

Raport z badań pt. „Testy sorbentu w warunkach naturalnych (kurnikach doświadczalnych)”

Dr inż. Kamil Drabik

Lublin, dn. 11.07.2023

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY
w Lublinie
ul. Akademicka 13
20-950 Lublin, skr. poczt. 158
fax 48 (81) 533 35 49, 533 37 52
REGON 000001896

Spis treści

Cel prac badawczych.....	2
Materiał i metody	2
Materiał badawczy i zarządzanie stadem	2
Analiza dysekcyjna i jakość mięsa	3
Ocena warunków mikroklimatycznych.....	5
Analiza statystyczna	6
Wyniki.....	6
Efekty produkcyjne	6
Analiza dysekcyjna i jakość mięsa	8
Dobrostan ptaków.....	11
Warunki mikroklimatyczne	14
Parametry mikroklimatyczne u ptaków wszystkich grup.....	23
Wyniki badań modelowych.....	25
Obrazowanie z wykorzystaniem termowizji.....	29
Podsumowanie i wnioski.....	31
Efekty produkcyjne i dobrostan ptaków.....	31
Warunki mikroklimatyczne	31
Wnioski ogólne i rekomendacje.....	32
Piśmiennictwo	33
Dokumentacja fotograficzna	34

Cel prac badawczych

Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania dodatku do ściółki na bazie bentonitu na efekty produkcyjne i dobrostan kurcząt broilerów oraz warunki mikroklimatyczne w budynku produkcyjnym.

Material i metody

Material badawczy i zarządzanie stadem

Material do badań stanowiło 600 kurcząt broilerów Ross 308 (Aviagen®). 1-dniowe pisklęta podzielono na 3 równoliczne grupy doświadczalne po 200 sztuk w każdej. Dodatkowo w obrębie grupy ptaki podzielono na podgrupy replikacyjne po 40 sztuk. Kurczęta utrzymywano w systemie ściółkowym w boksach o wymiarach 2×2 m w gęstości obsady określonej w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 lutego 2010 r. w sprawie wymagań i sposobu postępowania przy utrzymywaniu gatunków zwierząt gospodarskich, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej.

W dniu rozpoczęcia doświadczenia pisklęta zaznakowano indywidualnie znaczkami skrzydłowymi w celu możliwości indywidualnej kontroli masy ciała. Material ściółkowy stanowiła słoma pszenna. W zależności od grupy do ściółki dodano odpowiednio 150 g/m² (D1) oraz 200 g/m² (D2) badanego preparatu. Grupę kontrolną stanowiły ptaki utrzymywane w boksach bez dodatku sorbentu do ściółki.

Kurczęta żywiono z wykorzystaniem standardowych mieszanek paszowych dostosowanych do wieku ptaków (Starter, Grower I, Grower II, Finisher) *ad libitum*, której skład podano w tabeli 1. Wykorzystano karmidła manualne, a ilość zadanej paszy każdorazowo ważono. Przez cały okres chowu ptaki miały zapewniony stały dostęp do wody z wykorzystaniem automatycznej linii pojenia z poidłami smoczkowymi.

Tabela 1. Mieszanki paszowe wykorzystane w doświadczeniu.

SKŁADNIK	Starter	Grower	Finisher
	0-10 dni	11-30 dni	31-42 dni
Energia metaboliczna [Kcal/kg]	3000	3100	3180
Białko surowe [%]	21,00	19,50	18,00
Oleje i tłuszcze surowe [%]	4,80	6,40	6,60
Włókno surowe max. [%]	3,40	3,40	3,60
Popiół surowy max. [%]	12,00	12,00	8,00
Fosfor przyswajalny [%]	0,43	0,42	0,38
Wapń ogólny [%]	1,00	0,92	0,80
Sód max. [%]	0,16	0,16	0,16
Lizyna [%]	1,31	1,22	1,12
Metionina [%]	0,59	0,55	0,50
Witaminy A [jm/kg]	14000	10000	9000
Witaminy D3 [jm/kg]	5000	5000	2000
Witaminy E [mg/kg]	75,0	40,0	35,0

6-fitaza/EC 3.1.3.26 [FTU/kg]	400	400	400
endo-1,4-beta-ksylanaza/EC 3.2.1.8 [FXU/kg]	140	140	140
Kokcydiostatyk: Salinomycyna [mg/kg]	70	70	BRAK

W czasie trwania okres doświadczenia, w 7 dniowych odstępach, po 50 ptaków z każdej grupy poddawano kontroli masy ciała. W tym samym czasie dokonywano także pomiaru pozostałej w karmidłach paszy (tzw. „niedojadów”) celem określenia rzeczywistego jej pobrania. W przypadku wystąpienia upadków były one odnotowywane wraz z datą ich wystąpienia.

Analiza dysekcyjna i jakość mięsa

W ramach standardowych procedur związanych z chowem broilerów kurzych wykonano 2 zabiegi dościelania w 18 dniu oraz 28 dniu życia ptaków.

Po 35 oraz 42 dniach chowu po 10 ptaków z każdej grupy poddano ubojowi, oparzeniu i odpierzaniu. Podczas patroszenia ważono serce, wątrobę oraz żołądek mięśniowy. Po schłodzeniu tuszek przeprowadzono uproszczoną analizę dysekcyjną (Hahn i Spindler, 2002). Wyodrębniano następujące elementy tuszek: mięśnie piersiowe, mięśnie nóg (udo i podudzie), skrzydła, korpus.

W mięśni piersiowym i udowym określono wartość pH mięsa (15 i 60 minut, jak również 24 godziny po uboju) z wykorzystaniem pehametru CP-251 z elektrodą sztyletową (PN-ISO 2917:2001). Wykonano pomiar barwy obu mięśni metodą odbiciową przy użyciu spektrofotometru sferycznego firmy X-Rite Series 8200 z oprogramowaniem X – Rite Color Master, z wykorzystaniem przesłony ze szczeliną pomiarową o średnicy 25,4 mm. Jako źródło światła wykorzystano standardowy iluminant D65 ze standardowym obserwatorem kolorymetrycznym o polu widzenia (kąt obserwacji) 100. Jako źródło odniesienia stosowano wzorzec bieli wykazujący parametry: $L^* = 95,87$, $a^* = -0,49$, $b^* = 2,39$. Wyniki wyrażano w jednostkach systemu CIE LAB (2004), dla którego wyróżniki odzwierciedlają odpowiednio:

L^* - jasność barwy, zasadniczo przyjmuje wartości dodatnie i może przybierać wartości od 0 dla ciała idealnie czarnego do 100 dla ciała idealnie białego;

a^* - chromatyczność w zakresie czerwono – zielonym; oznacza barwę czerwoną, jeśli przyjmuje wartości dodatnie, zieloną jeżeli przyjmuje wartości ujemne;

b^* - chromatyczność w zakresie żółto – niebieskim; oznacza barwę żółtą, jeżeli przyjmuje wartości dodatnie, niebieską, jeżeli przyjmuje wartości ujemne.

Oceny barwy mięsa dokonano dwukrotnie, przed i po obróbce termicznej, a na jej podstawie obliczono zmianę parametrów barwnych mięsa, wg następującego wzoru:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Przyjęto następującą skalę dla tego parametru:

$0 < \Delta E < 1$ –obserwator nie zauważa różnicy,

$1 < \Delta E < 2$ - różnicę zauważa jedynie doświadczony obserwator,

$2 < \Delta E < 3,5$ - różnicę zauważa również niedoświadczony obserwator,

$3,5 < \Delta E < 5$ - obserwator zauważa wyraźną różnicę barw,

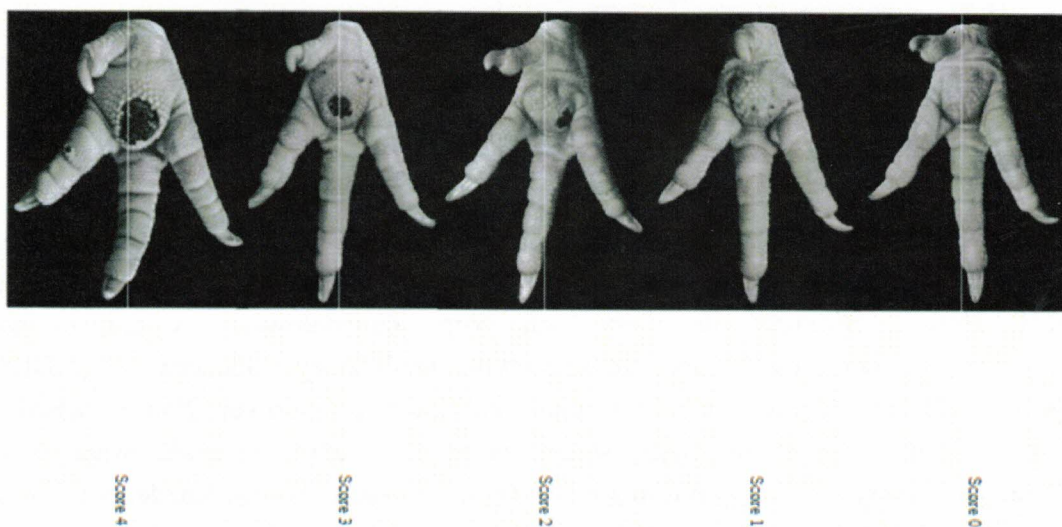
$5 < \Delta E$ - obserwator odnosi wrażenie dwóch różnych barw (Clydesdale, 1976).

Z każdego mięśnia separowano próbki o masie 100 g w celu określania wycieku naturalnego oraz termicznego. Wyciek naturalny, oszacowany po przechowywaniu próbek przez 24 h w temperaturze 4 °C, został wyrażony w procentach w stosunku do początkowej masy próbki mięsa. Wyciek termiczny został wyrażony jako procent ubytku masy mięsa po obróbce cieplnej do uzyskania wewnętrznej temperatury 70 °C. Do analizy zdolności utrzymania wody własnej posłużono się metodą prasową z zastosowaniem bibuły filtracyjnej Whatman'a (Grau i Hamm, 1953). Naważki 0,300 g rozdrobnionego (zhomogenizowanego) mięśnia umieszczano na bibule filtracyjnej Whatman'a no 1, a następnie pomiędzy dwoma szklanymi płytkami. Zastosowano nacisk 2 kg przez 5 minut. Uzyskany wyciek obrysowano z zachowaniem także obrysu próby, a następnie planimetrowano. Wynik wyrażono jako procentową różnicą pomiędzy polem powierzchni wycieku oraz powierzchni próby mięsa.

Po obróbce termicznej pomiar siły cięcia wykonano przy użyciu tekstuometru TA.XT.plus firmy Stable Micro Systems oraz noża trójkątnego. Pomiaru dokonano na próbkach mięsa wyciętych w kształcie sześciangu o boku 10 mm. Cięcia dokonuje się w poprzek próbki (włókien mięśniowych). Prędkość przesuwu noża ustalono na 2 mm/sec.

W drugim terminie bezpośrednio podczas uboju od ptaków pobrano krew do szklanych probówek, którą następnie odwirowano. W pozyskanej surowicy oznaczono poziom aminotransferazy alaninowej (ALT) i asparaginianowej (AST) oraz dehydrogenazy mleczanowej (LDH) metodą spektrofotometryczną wg metodyki producenta zestawów analitycznych (Cormey®).

U wszystkich ptaków objętych doświadczeniem, poubojowo dokonano oceny stanu podeszwy stopy oraz stawu skokowego w kontekście obecności i/lub zaawansowania zapalenia podeszwy stopy (Foot Pad Dermatitis) wg skali przedstawionej na rycinie 1 (Hocking i wsp., 2008).



Rycina 1. Skala wykorzystana do oceny zapalenia podeszwy stopy ptaków

Ocena warunków mikroklimatycznych

Parametry mikroklimatyczne (temperatura i wilgotność) w trakcie doświadczenia we wszystkich grupach rejestrowano z wykorzystaniem systemu Efento. Pomiarów dokonywano w sposób ciągły w 30 minutowych interwałach. Dodatkowo kontrolnie prowadzono jako pomiary tzw. chwilowe, za pomocą cyfrowego anemometru Lutron AM – 4204 (temperatura i ruch powietrza) oraz cyfrowego psychrometru AZ 8706 (wilgotność względna). Ochładzanie bioklimatyczne monitorowano przy użyciu katatermometru Hilla. Wielkość ochładzająca powietrza (H), zwana ochładzaniem biologicznym jest proporcjonalna do ilości ciepła, która, jednostka powierzchni katatermometru oddaje otoczeniu w ciągu 1 sekundy poprzez wymianę ciepła. Wielkość indeksu H obliczano wg wzoru:

$$H = \frac{G}{\tau}$$

gdzie:

T- czas ochładzania katatermometru [s]

G - stała katatermometru

Parametry ściółki (temperaturę i wilgotność) analizowano przy pomocy miernika wilgotności Dramiński HMM, a pH ściółki testerem podłoża (nr 071708).

Do analizy stężeń pyłu całkowitego i respirabilnego użyto analizatora stężeń aerozoli DustTrak™ DRX 8534.

Stężenia gazów w powietrzu boksów poszczególnych grup ptaków prowadzono aspiratorami z wykorzystaniem odpowiednio dobranych sensorów:

- NH₃ – przenośnym detektorem wielogazowym z transmisją bezprzewodową MultiRAE Lite model PGM-6208,
- H₂S – stacją pomiarową ciągłego przepływu,
- CO₂ i wartości lotnych związków organicznych (LZO) miernikiem wielogazowym IBRID MX6.

Badania modelowe

W celu określenia wielkości uwalnianego NH₃, CH₄ i H₂S z pomiotu, przeprowadzono badania modelowe *ex situ* analizatorem Fresenius GAS 220 (Fresenius Umwelttechnik GmbH, Herten, Niemcy) dla wszystkich grup. Zainstalowany w analizatorze układ pomiarowy stanowiły ogrzewane niedyspersyjne analizatory podczerwieni (NDIR – non-dispersive infrared) sprzężone z systemem kalibracji próżniowej. Pompa wbudowana w analizator umożliwiła pomiar ciągły stężeń gazów. Do zasysania analizowanego powietrza wykorzystano rurki o średnicy 6 mm z PTFE (politetrafluoroetylen). Każdego dnia urządzenie wykonywało 180 cykli pomiarowych analizowanych gazów.

Wykorzystana w doświadczeniu aparatura pomiarowa została wcześniej skalibrowana.

Jako dodatkowy element poznawczy w 40 dobie doświadczenia przeprowadzono kontrolę warunków termicznych w środowisku bytowania ptaków z wykorzystaniem kamery termowizyjnej FLIR E6XT

Analiza statystyczna

Wszystkie dane opracowano statystycznie z wykorzystaniem pakietu statystycznego SPSS 24.0PL (IBM, 2016). Normalność rozkładu testowano za pomocą testu Shapiro-Wilka, zaś zróżnicowanie pomiędzy grupami jednoczynnikową analizą wariancji z testem porównań wielokrotnych Tukey'a. Za istotny uznano poziom $p \leq 0.05$.

Wyniki

Efekty produkcyjne

Tabela 2. Masa ciała brojlerów kurzych w poszczególnych tygodniach chowu w zależności od dawki sorbentu [g]

wiek (dni)	Grupa					
	K		D1		D2	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
0	39,0	2,0	39,9	1,3	38,9	3,1
7	181,6	20,1	179,5	17,5	181,6	20,2
14	481,5ab	57,1	475,6a	82,0	497,8b	50,7
21	972,2ab	134,1	955,9a	110,4	999,5b	110,3
28	1639,1	209,6	1645,4	159,8	1614,7	157,6
35	2318,6a	277,1	2379,1ab	311,5	2461,4b	227,2
42	2983,5	253,1	3086,4	361,6	2973,6	597,9

a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; SD- odchylenie standardowe

Wyniki pomiarów masy ciała piskląt w czasie doświadczenia przedstawiono w tabeli 2. Mimo początkowo nie różniącej się masy ciała odnotowano istotne różnice w masie ptaków w 14 dobie życia, przy czym najwyższa masa charakteryzowały się ptaki utrzymywane na ściółce z dodatkiem 200 g/m² analizowanego sorbentu. Identyczne obserwacje dotyczą również 21 dnia życia ptaków. W 35 dobie doświadczenia stwierdzono natomiast, że ptaki z grupy kontrolnej były istotnie najlżejsze, przy najwyższej masie ciała ptaków z grupy D2.

Tabela 3. Przyrosty masy ciała brojlerów kurzych w poszczególnych podokresach chowu w zależności od dawki sorbentu [g]

wiek (dni)	Grupa					
	K		D1		D2	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
0-7	142,7	6,0	140,4	5,4	141,7	6,3
8-14	299,9	18,8	296,2	27,7	316,2	13,3
15-21	490,7	7,6	480,2	27,3	501,7	23,5
22-28	666,9ab	65,6	689,5b	52,5	615,3a	44,8
29-35	679,5a	96,0	733,8a	43,9	846,7b	43,8
36-42	645,5a	122,5	732,0b	120,5	498,4a	173,0

0-35	2268,4a	74,4	2323,0a	34,4	2425,4b	65,6
0-42	2944,6	58,5	3055,0	94,2	2923,8	142,1

a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; SD- odchylenie standardowe

W początkowym okresie doświadczenia przyrosty masy ciała ptaków analizowane w 7 dniowych interwałach nie wykazywały istotnych różnic (Tabela 3). Pierwsze istotne obserwacje dotyczą okresu między 3 a 4 tygodniem doświadczenia, kiedy to ptaki z grupy D2 przyrosły na masie ciała najmniej, przy największym przyroście odnotowanym dla grupy D1. W kolejnych okresach tendencje te uległy jednak zmianom. Między 4 i 5 tygodniem życia ptaków najlepszymi przyrostami charakteryzowały się ptaki z grupy D2, zaś w ostatnim etapie ptaki z grupy D1. Porównując pełne cykle do 35 dnia chowu najlepszymi przyrostami charakteryzowały się ptaki utrzymywane na ściółce z dodatkiem 200 g/m² badanego sorbentu, jednak w cyklu 42 dniowym nie stwierdzono istotnych różnic.

Tabela 4. Pobranie paszy przez kurczęta brojlery w poszczególnych podokresach chowu w zależności od dawki sorbentu [g]

Wiek [dni]	grupa					
	K		D1		D2	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
0-7	0,370	0,001	0,370	0,000	0,370	0,001
8-14	0,336a	0,044	0,352ab	0,015	0,369b	0,013
15-21	0,604	0,079	0,616	0,018	0,648	0,017
22-28	0,806a	0,108	0,856ab	0,024	0,900b	0,019
29-35	1,033	0,135	1,067	0,030	1,105	0,017
36-42	1,625	0,000	1,625	0,000	1,625	0,000
0-35	4,77a	0,33	4,89a	0,06	5,02b	0,06
0-42	4,773a	0,354	4,885ab	0,063	5,016b	0,061

a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; SD- odchylenie standardowe

Jednym z istotniejszych czynników wpływających na efektywność produkcji drobiarskiej jest pobranie paszy (Tabela 4) oraz jej wykorzystanie (Tabela 5). W przypadku pobrania paszy było ono zróżnicowane w poszczególnych okresach doświadczalnych, co może wynikać z opisanych już różnic w przyrostach masy ciała. Należy jednak zauważyć, że niezależnie od długości chowu (35 lub 42 dni) najwyższym pobraniem paszy charakteryzowały się ptaki z grupy D2. Z kolei analizując wykorzystanie paszy (ang. *Feed Conversion Ratio, FCR*) stwierdzono, że dla 35 dni chowu najlepszymi wynikami charakteryzowały się ptaki z grupy kontrolnej, jednak już przy standardowej długości cyklu produkcyjnego (42 dni) stwierdzono istotnie najlepszy współczynnik konwersji paszy dla ptaków z grupy D1.

Tabela 5. Wykorzystanie paszy przez kurczęta brojlery w poszczególnych podokresach chowu w zależności od dawki sorbentu [g/g przyrostu masy ciała]

wiek (dni)	grupa					
	K		D1		D2	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
0-7	2,59	0,105	2,64	0,105	2,61	0,117
8-14	1,12	0,127	1,19	0,079	1,17	0,073
15-21	1,23	0,173	1,29	0,086	1,29	0,073
22-28	1,21a	0,177	1,25a	0,133	1,47b	0,096
29-35	1,55b	0,337	1,46ab	0,063	1,31a	0,052
36-42	2,58ab	0,499	2,26a	0,374	3,49b	1,013
0-35	2,17b	0,06	2,12ab	0,05	2,08a	0,03
0-42	1,67ab	0,035	1,61a	0,028	1,73b	0,088

a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$, SD- odchylenie standardowe

Analiza dysekcyjna i jakość mięsa

Po 35 dniach chowu część ptaków poddano standardowym procedurom ubojowym i przeprowadzono uproszczoną analizę dysekcyjną, której wyniki przedstawiono w tabeli 6. Stwierdzono istotne różnice w przypadku wydajności rzeźnej, przy czym najniższą wartością tej cechy charakteryzowały się ptaki z grupy D2, zaś grupy K i D1 nie różniły się między sobą istotnie. Istotne zróżnicowanie dotyczyło również masy serca, dla którego najwyższy udział stwierdzono u ptaków z grupy D2.

Tabela 6. Wyniki analizy dysekcyjnej brojlerów kurzych po 35 dniach chowu w zależności od dawki sorbentu

cecha		K		D1		D2	
		Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
Masa ciała (g)		2584,70	229,37	2627,00	308,33	2524,00	305,59
Udział [%]	serca	0,468ab	0,058	0,422a	0,064	0,480b	0,076
	wątroby	2,236	0,145	2,122	0,309	2,148	0,241
	żołądka	0,826	0,161	0,917	0,203	0,860	0,180
Wydajność rzeźna [%]		76,30b	1,30	75,70ab	1,86	74,97a	1,30
Udział [%]	mięśni piersiowych	28,96	3,56	28,67	4,40	26,60	3,97
	ud	12,70	1,53	12,87	2,10	11,91	1,37
	podudzi	10,01	2,12	9,56	1,58	9,85	1,67
	skrzydeł	7,59	0,72	7,69	0,71	7,48	0,71
	korpusu	23,52	1,99	23,79	3,11	22,24	1,60

a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; SD- odchylenie standardowe

Po zakończeniu pełnego cyklu produkcyjnego dokonano kolejnego uboju doświadczalnego (Tabela 7).

Stwierdzono istotne różnice w masie ciała ptaków poddanych ubojowi, przy czym najwyższą masą charakteryzowały się ptaki z grupy D1. Istotne różnice dotyczyły również udziału mięśnia piersiowego, którego najwyższym udziałem charakteryzowały się ptaki z grupy D1, przy najniższym udziale stwierdzonym dla ptaków z grupy kontrolnej.

Tabela 7. Wyniki analizy dysekcyjnej brojlerów kurzych po 42 dniach chowu w zależności od dawki sorbentu

Cecha		K		D1		D2	
		Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
Masa ciała (kg)		3,11ab	0,398	3,20b	0,276	3,07a	0,365
Udział [%]	serca	0,436	0,057	0,449	0,041	0,423	0,073
	wątroby	1,796	0,323	1,823	0,289	1,853	0,242
	żołądka	0,995	0,118	0,981	0,138	1,004	0,310
	tłuszczu okołojelitowego	0,833	0,213	1,015	0,394	0,904	0,345
Wydajność rzeźna [%]		77,25	1,464	76,17	1,329	77,15	3,900
Udział [%]	mięśni piersiowych	31,30a	4,540	34,22b	3,053	32,67ab	4,002
	ud	13,90	3,987	14,97	2,011	13,53	1,398
	podudzi	13,23	2,326	13,18	1,364	12,30	1,544
	skrzydeł	8,86	1,011	8,68	0,892	8,72	1,130
	korpusu	24,88	3,502	25,52	1,563	24,57	3,030

a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$, SD- odchylenie standardowe

Jakość mięsa

Po uboju przeprowadzono również analizę jakości mięsa określając prawidłowość przebiegu glikolizy poubojowej (pH), cechy technologiczne oraz barwę (Tabela 8). Jednocześnie należy zwrócić uwagę na fakt, że w żadnej z analizowanych prób nie stwierdzono obecności wad mięsa takich jak PSE, DFD, miopatii mięśnia piersiowego głębokiego, spaghetti meat czy mięśni zdrewniałych.

Tabela 8. Wyniki analizy jakości mięsa brojlerów kurzych po 42 dniach chowu w zależności od dawki sorbentu

cecha	mięsień piersiowy						mięsień udowy						
	K		D1		D2		K		D1		D2		
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD	
pH 15	6,51ab	0,17	6,56b	0,13	6,44a	0,13	6,26a	0,25	6,42b	0,14	6,41b	0,16	
pH 60	6,27	0,17	6,31	0,11	6,32	0,23	6,26	0,15	6,29	0,22	6,23	0,21	
pH 24	5,93a	0,10	6,00ab	0,08	6,07b	0,24	6,15	0,13	6,19	0,08	6,17	0,11	
próby surowe	L*	54,42a	2,22	56,28b	2,42	56,23b	3,11	56,69a	2,60	62,28b	5,38	61,25ab	8,32
	a*	-0,82	0,61	-0,70	0,39	-0,49	1,05	1,84b	1,11	0,81a	1,22	2,03b	1,30
	b*	7,73	2,64	8,72	1,69	8,57	2,25	9,24	2,04	10,30	1,64	9,31	3,20
	C	7,80	2,62	8,76	1,66	8,64	2,25	9,46	2,14	10,39	1,66	9,56	3,35
	h	97,01	6,22	94,90	3,32	93,97	6,94	79,07a	5,72	85,66b	6,61	78,67a	5,21
próby po obróbce termicznej	L*	85,23b	1,54	84,19ab	1,11	83,75a	1,44	75,16b	3,81	77,74a	3,47	77,29b	2,92
	a*	0,96	0,66	0,84	0,60	0,91	0,77	3,04	1,41	2,47	1,35	2,62	0,92
	b*	14,26	0,67	14,55	0,71	14,23	0,80	15,99	0,97	15,64	0,92	16,01	0,69
	C	14,30	0,66	14,58	0,71	14,28	0,85	16,32	1,08	15,88	1,11	16,24	0,79
zmiana barwy wyciek naturalny [%]	h	86,14	2,67	86,69	2,35	86,47	2,91	79,35	4,62	81,23	4,22	80,80	2,96
		31,65b	2,60	28,58a	3,39	28,20a	3,40	19,97b	4,45	16,76a	4,93	19,73b	3,99
wyciek termiczny [%]		1,92b	0,52	2,08b	0,65	1,44a	0,43	1,60	1,12	1,13	0,47	1,27	0,40
WHC [%]		31,25	4,60	33,70	4,18	32,11	2,00	30,68	3,34	31,85	2,31	32,01	2,13
Kruchość [N]		40,94	8,30	40,90	13,59	42,26	4,06	54,49b	16,66	49,96a	6,87	48,78a	10,22
		37,99a	5,13	49,44b	10,47	57,36c	15,64	26,38a	4,38	24,88a	4,14	29,66b	3,25

a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$, SD- odchylenie standardowe, WHC- wodochłonność (ang. Water Holding Capacity)

Analizując prawidłowość przebiegu procesu glikolizy poubojowej stwierdzono, że dla mięśnia piersiowego tuż po uboju najwyższym pH charakteryzowały się mięśnie ptaków z grupy D1 przy najniższym pH dla mięśni ptaków z grupy D2. Po 24 godzinach od uboju (pH 24) najwyższym pH charakteryzowały się mięśnie ptaków z grupy D2 przy najniższych wartościach tej cechy dla ptaków z grupy kontrolnej.

Nieco inne wyniki odnotowano w przypadku mięśnia udowego. W jego przypadku istotne różnice zaobserwowano wyłącznie tuż po uboju. Najniższym pH charakteryzowały się mięśnie udowe ptaków z grupy kontrolnej, przy najwyższych wartościach odnotowanych w grupie D2.

Należy jednocześnie zauważyć, że wspomniane zmiany są naturalnym efektem rozkładu glikogenu zawartego w mięśniach a uzyskane wyniki niezależnie od grupy nie wykazują na szkodliwe oddziaływanie preparatu na przebieg glikolizy poubojowej czy występowanie potencjalnych pH- zależnych wad mięsa.

Ciekawe obserwacje dotyczą barwy mięśni ptaków z poszczególnych grup doświadczalnych. Stwierdzono, że mięśnie, zarówno piersiowe jak i udowe ptaków z grupy D1 charakteryzowały się najwyższą wartością koordynaty L^* odpowiadającej za jasność. Jest to obserwacja tym bardziej istotna, że jest to cecha, która jest ważna z konsumenckiego punktu widzenia. Konsumenci mięsa drobiowego wybierają bowiem mięso o jasnej, naturalnej barwie.

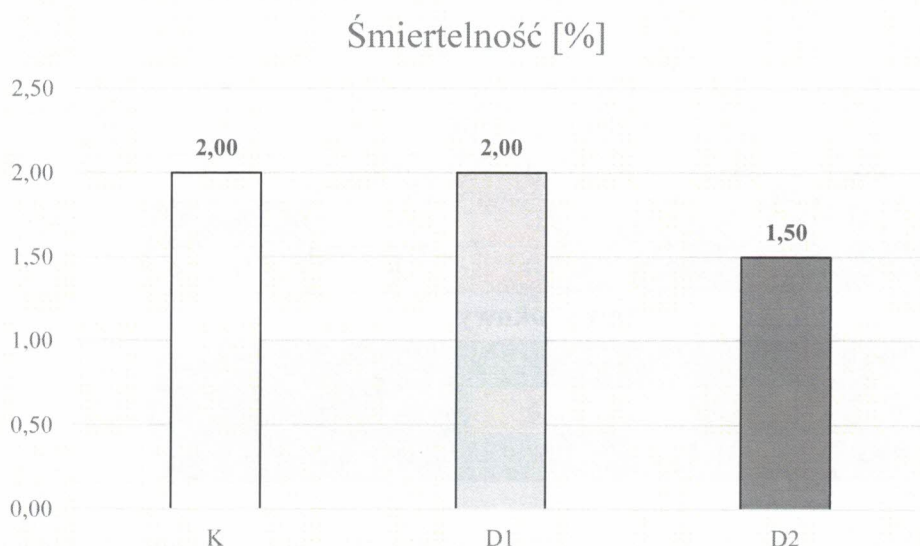
Jasność mięsa zmieniała się jednak po obróbce termicznej i w przypadku obu analizowanych mięśni stwierdzono najwyższą jasność mięśni w grupie kontrolnej. Mimo, że jak wspomniano barwa jest jedną z istotniejszych determinant zakupowych, przeciętny konsument oczekuje możliwie jak najmniejszej zmiany barwy mięsa po jego obróbce. Mając to na uwadze najlepszym pod względem tej cechy mięsem odznaczały się ptaki utrzymywane na ściółce z dodatkiem 150 g/m^2 analizowanego sorbentu.

Biorąc pod uwagę cechy technologiczne, istotne różnice odnotowano w przypadku takich cech mięśni piersiowych jak wyciek naturalny oraz kruchość. Stwierdzono najniższy wyciek naturalny w przypadku mięśni piersiowych ptaków z grupy D2, przy najwyższych wartościach tej cechy dla mięśni kurcząt w grupie D1. W przypadku kruchości istotnie najlepszą wartością tej cechy charakteryzowały się ptaki z grupy kontrolnej, przy najgorszym wyniku uzyskanym dla mięśni piersiowych ptaków z grupy D2.

Inne obserwacje dotyczą mięśni udowych kurcząt w poszczególnych grupach doświadczalnych. Najlepszą zdolnością do utrzymania wody własnej (WHC) charakteryzowały się w tym zakresie ptaki z grupy D2, przy czym obie grupy badane (D1 i D2) różniły się pod tym względem od grupy kontrolnej. W zakresie kruchości stwierdzono, że najgorszym wynikiem w tym zakresie odznaczały się mięśnie udowe kurcząt z grupy D2 przy braku istotnych różnic między ptakami z grup K i D1.

Dobrostan ptaków

W ciągu całego doświadczenia każdorazowo odnotowywano upadki ptaków (Wykres 1). Nie stwierdzono istotnego wpływu grupy na śmiertelność ptaków w cyklu produkcyjnym ($P=0,9$). Należy jednak zwrócić uwagę, że uzyskane wyniki zarówno dla poszczególnych grup jak i całego doświadczenia (1,84%) są bardzo zadowalające.



Wykres 1. Śmiertelność ptaków w poszczególnych grupach w całym okresie doświadczalnym

Tabela 9 Występowanie stanów zapalnych podeszwy stopy oraz stawu skokowego u ptaków wieku 35 dni [%]

Zaawansowanie	0	1	2	3	4	p-value
grupa	podeszwa stopy					
K	35	30	15	20	0,0	0,028
D1	40	45	5	10	0,0	
D2	25	35	25	15	0,0	

Zapalenie podeszwy stopy (FPD) jest jednym z pośrednich wskaźników dobrostanu ptaków w chowie towarowym. Przeprowadzone prace badawcze dla 35 dni chowu wskazały, że na stopień zaawansowania tego schorzenia istotny wpływ miała grupa badana ($P=0,028$). W przypadku ptaków z grupy D1 zaobserwowano znaczące przesunięcie skali oceny w kierunku niższych wartości punktowych (Tabela 9) w porównaniu do grupy kontrolnej. Podobne obserwacje, choć z niewielkim przesunięciem w kierunku oceny 2 dotyczą również grupy D2.

Ponownej analizy intensywności występowania FPD z rozszerzeniem badań o występowanie stanów zapalnych w obrębie stawu skokowego dokonano w 42 dniu doświadczenia (Tabela 10). Stwierdzono wzrost intensywności występowania FPD we wszystkich grupach, co jest związane z rosnącą masą ciała ptaków. Należy jednak zauważyć, że w przypadku grupy D1 ponownie stwierdzono przesunięcie skali w kierunku niższych ocen punktowych oraz nie stwierdzono osobników dotkniętych FPD o intensywności opisywanej jako 4.

W przypadku stawu skokowego stwierdzono, że w grupie kontrolnej nie występowały stawy zapalne, podczas gdy w grupach doświadczalnych miały niewielki stopień zaawansowania. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że w praktyce oceniane są jednak wyłącznie podeszwy stóp ptaków.

Tabela 10 Występowanie stanów zapalnych podszwy stopy oraz stawu skokowego u ptaków wieku 42 dni [%]

Zaawansowanie	0	1	2	3	4	<i>p-value</i>
grupa	podeszwa stopy					
K	18,8	12,5	25,0	25,0	18,8	0,0405
D1	25,0	31,3	25,0	18,8	0,0	
D2	6,3	31,3	25,0	18,8	18,8	
	staw skokowy					
K	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
D1	68,8	18,8	12,5	0,0	0,0	
D2	68,8	31,3	0,0	0,0	0,0	

Jedną z metod pośredniej oceny dobrostanu ptaków jest analiza biochemiczna ich krwi (Tabela 11). Uzyskane wyniki wskazały na zróżnicowanie wyłącznie w odniesieniu do aminotransferazy alaninowej (ALAT) przy czym najniższe wyniki uzyskano w grupie kontrolnej. Jednocześnie analizując wszystkie trzy parametry oraz biorąc pod uwagę relatywnie niewielką zmienność można stwierdzić, że zastosowany preparat nie wpłynął negatywnie na biochemiczne markery dobrostanu ptaków.

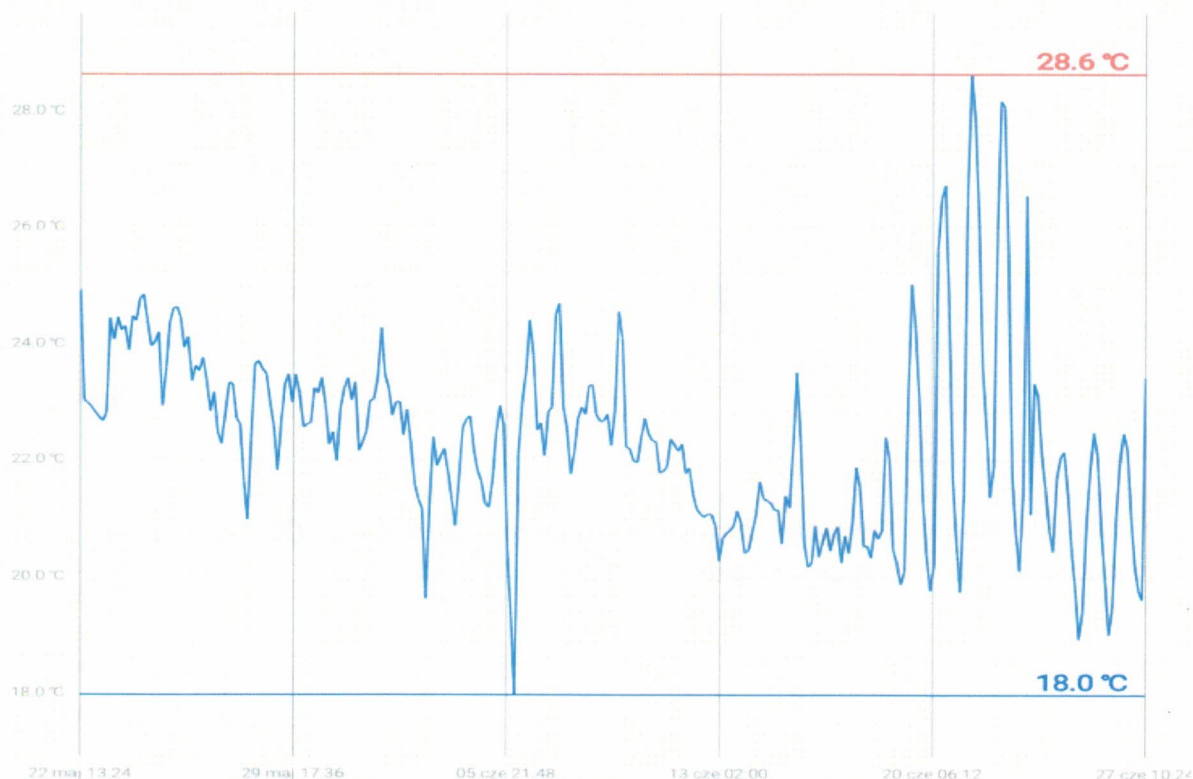
Tabela 11 Parametry biochemiczne krwi kurcząt

Cecha	grupa					
	K		D1		D2	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
ALAT [U/L]	2,33a	0,77	3,53b	1,53	3,26ab	0,90
ASAT [U/L]	521,83	150,22	595,28	136,64	580,10	79,92
LDH [U/L]	6475,47	2267,87	7380,31	3566,39	6551,06	1255,47

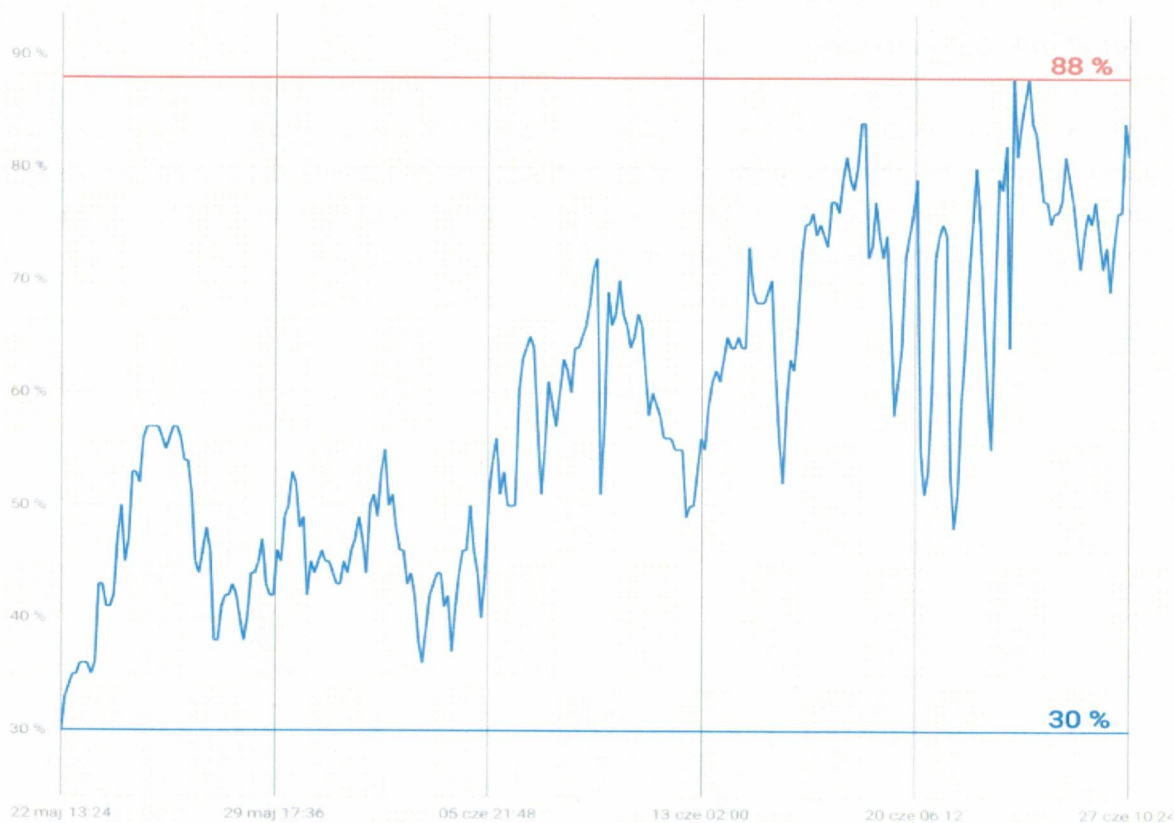
a, b, c – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$, SD- odchylenie standardowe, ALAT- Aminotransferaza alaninowa, ASAT Aminotransferaza asparaginianowa, LDH- dehydrogenaza mleczanowa

Warunki mikroklimatyczne

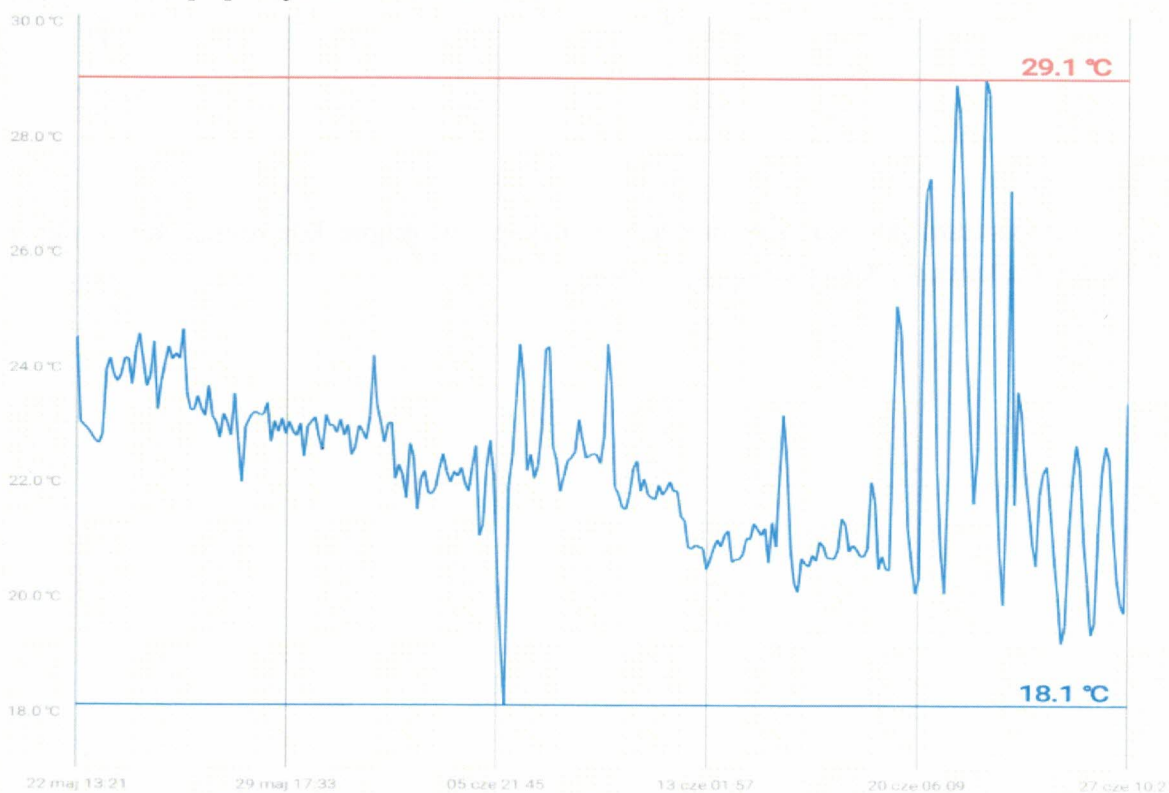
Wartości temperatury i wilgotności względnej mierzone w systemie rejestracji ciągłej przedstawiono na rycinach 1–6. W przypadku średnich wartości temperatury w boksach z ptakami odnotowano zbliżone wyniki we wszystkich grupach doświadczalnych, wynosiły od 18 do 29,1 °C. Wilgotność względna we wszystkich grupach charakteryzowała się tendencją wzrostową wraz z trwaniem doświadczenia. Jej wartości wahały się w granicach od 30 do 88%.



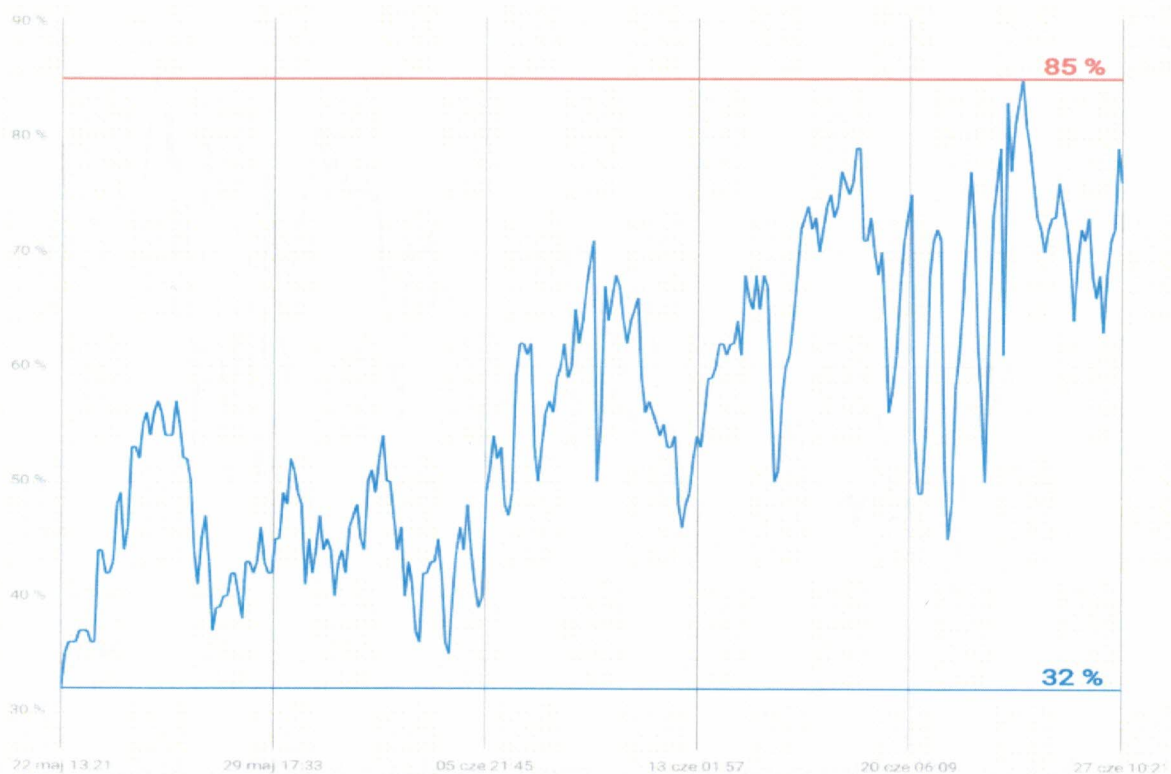
Ryc. 1. Temperatura powietrza w boksach z ptakami w grupie kontrolnej (K) w okresie trwania doświadczenia [°C] - rejestrator Efento



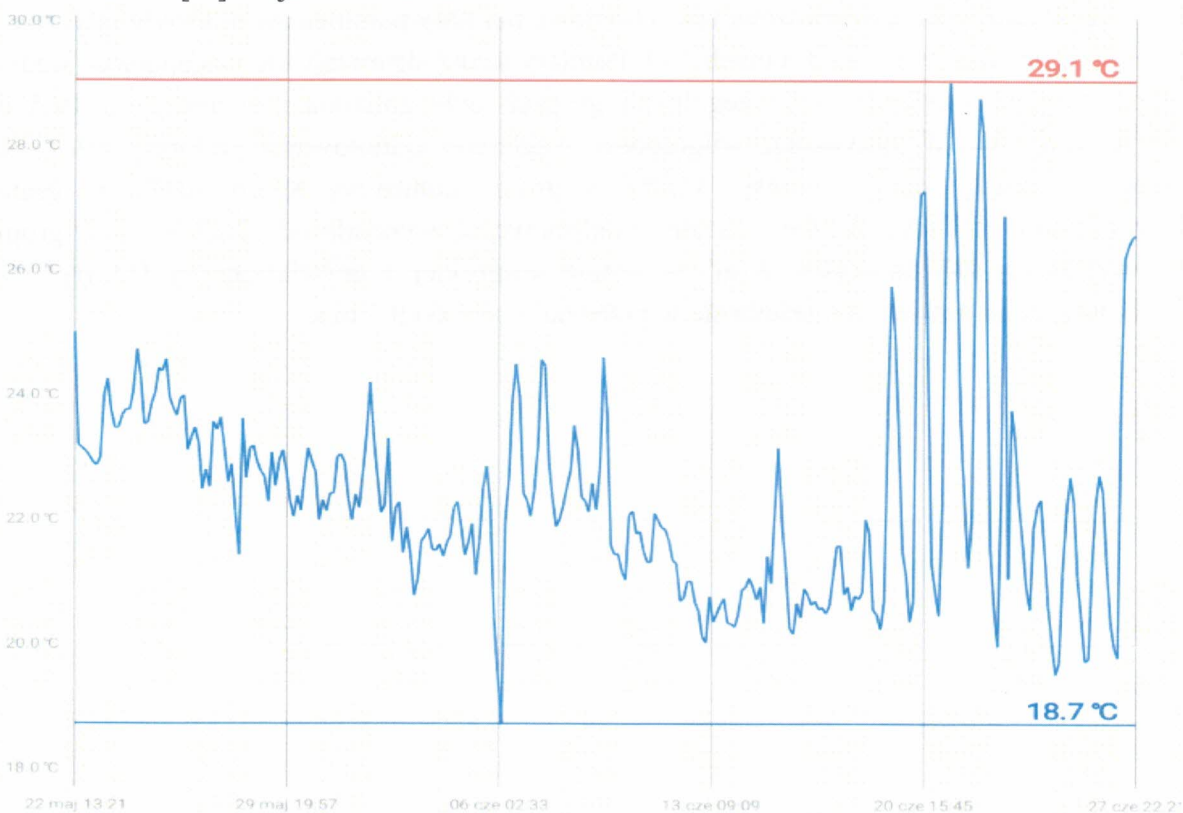
Ryc. 2. Wilgotność względna powietrza w grupie kontrolnej (K) w okresie trwania doświadczenia [%] - rejestrator Efento



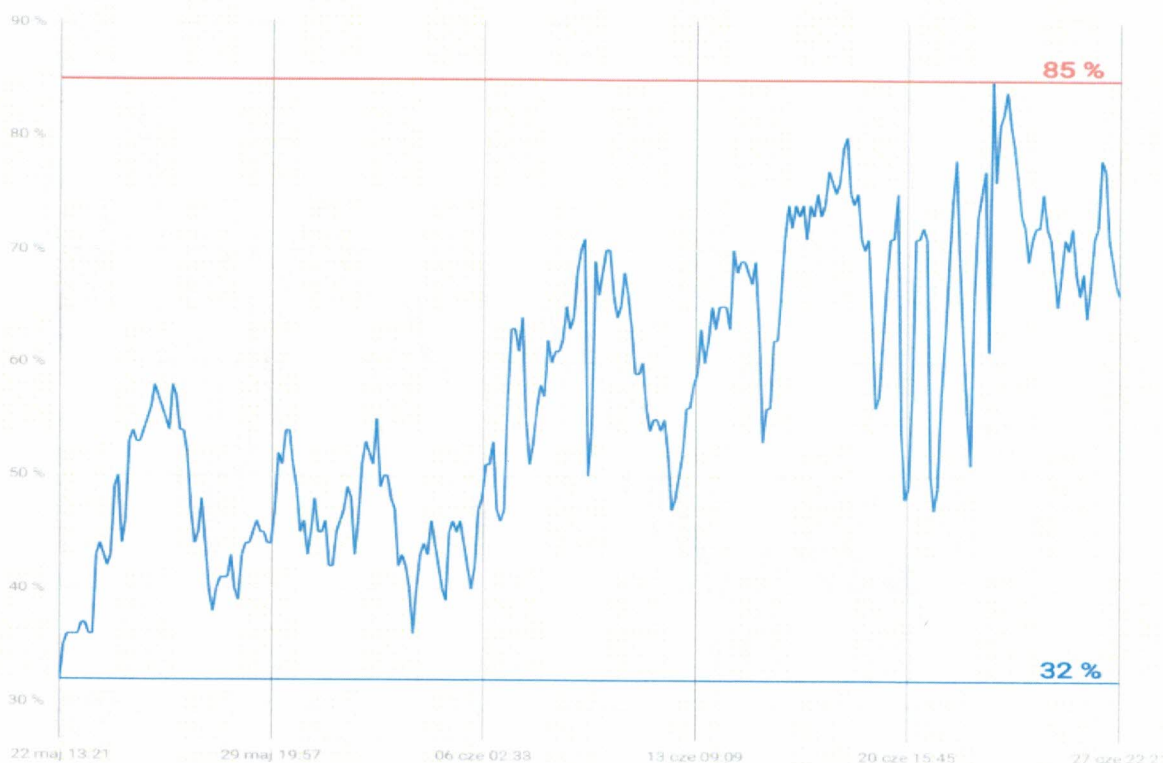
Ryc. 3. Temperatura powietrza w boksach z ptakami w grupie doświadczalnej D1 w okresie trwania doświadczenia [°C]- rejestrator Efento



Ryc. 4. Wilgotność względna powietrza w grupie doświadczalnej D1 w okresie trwania doświadczenia [%] - rejestrator Efento

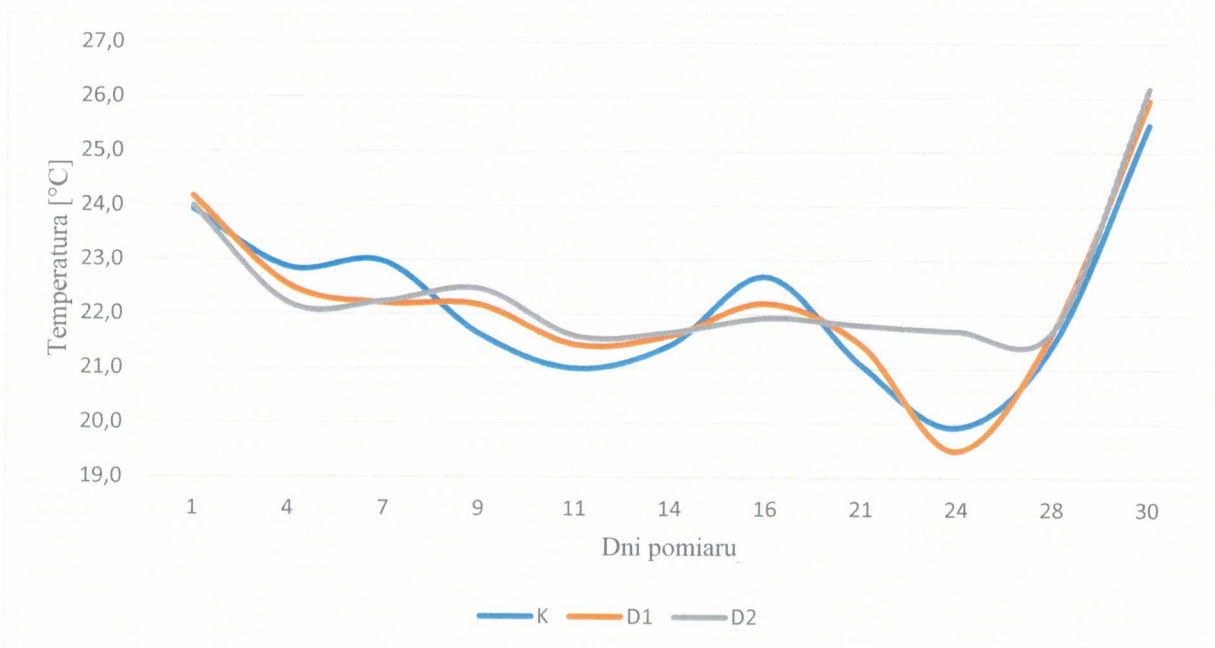


Ryc. 5. Temperatura powietrza w boksach z ptakami w grupie doświadczalnej D2 w okresie trwania doświadczenia [°C] - rejestrator Efento

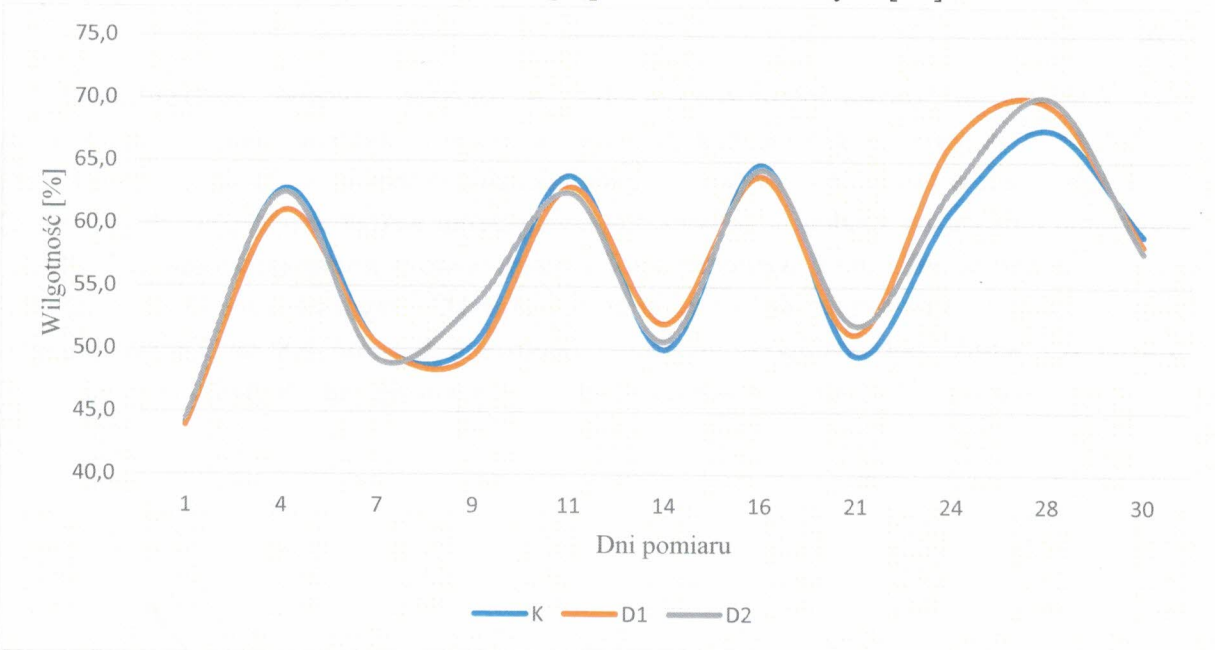


Ryc. 6. Wilgotność względna powietrza w grupie doświadczalnej D2 w okresie trwania doświadczenia [%] - rejestrator Efento

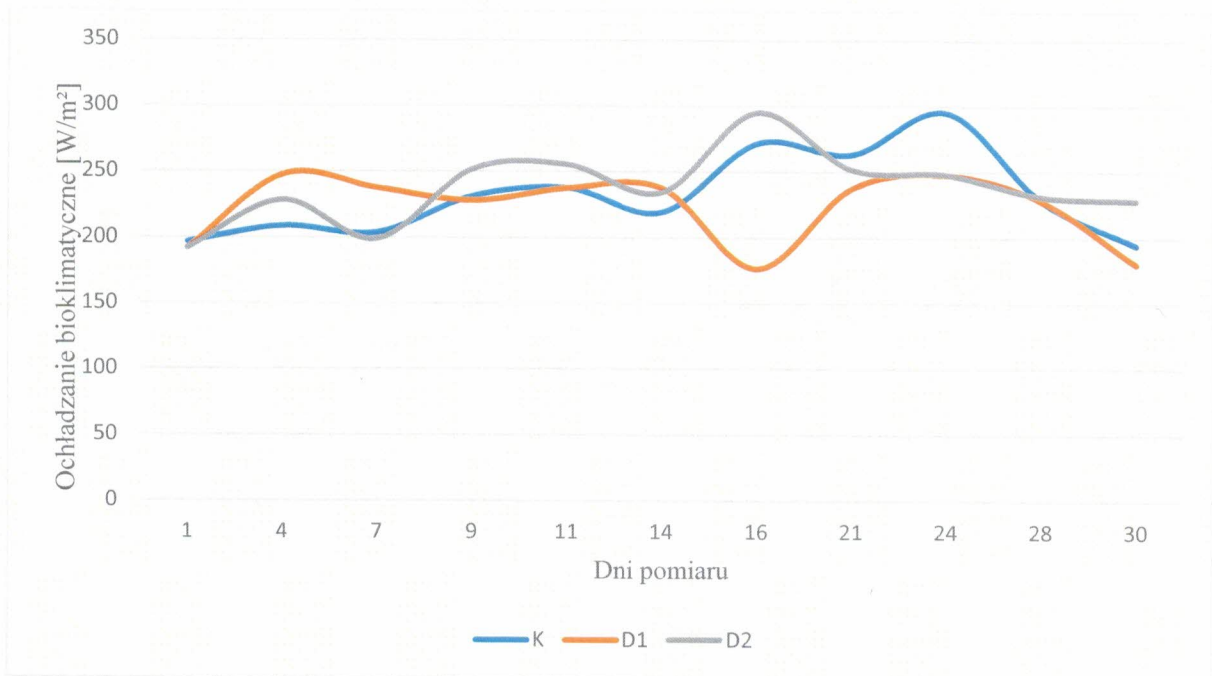
Dodatkowo przeprowadzone tzw. chwilowe pomiary parametrów mikroklimatycznych w kurniku przedstawiono na rycinach 7–9. Pomiary te przedstawiały się następująco: średnia temperatura w boksach w poszczególnych grupach była zbliżona i wynosiła od 19,5 do 26,2°C (ryc. 7). W przypadku wilgotności względnej odnotowano podobną zależność, wartości mieściły się w zakresie 44,2% w grupie kontrolnej K do 70,0% w grupie doświadczalnej D2 (ryc. 8). Ochładzanie bioklimatyczne wynosiło od 176,3 W/m² w grupie doświadczalnej D1 do 294,8 W/m² w grupie kontrolnej i doświadczalnej D2 (ryc. 9). Wielkości ruchu powietrza mieściła się w przedziale od 0 do 0,5 m/s.



Ryc. 7. Średnia temperatura w boksach w grupach doświadczalnych [°C]



Ryc. 8. Średnia wilgotność względna w boksach w grupach doświadczalnych [%]

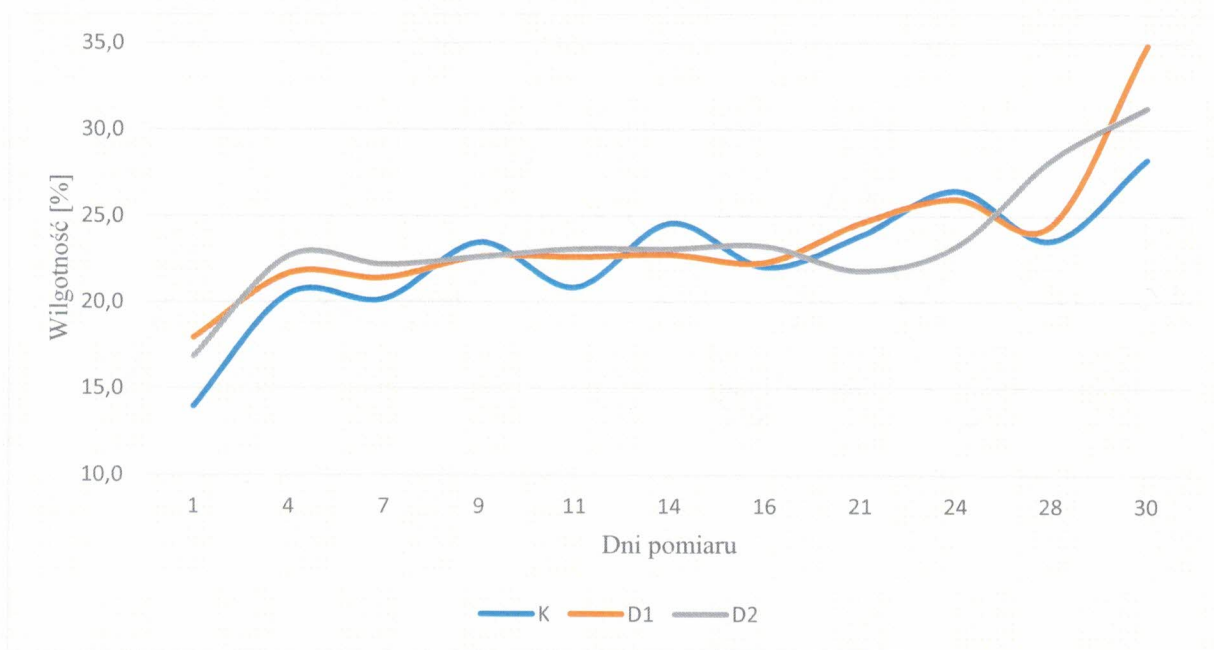


Ryc. 9. Wartości ochładzania bioklimatycznego w boksach w grupach doświadczalnych [W/m^2]

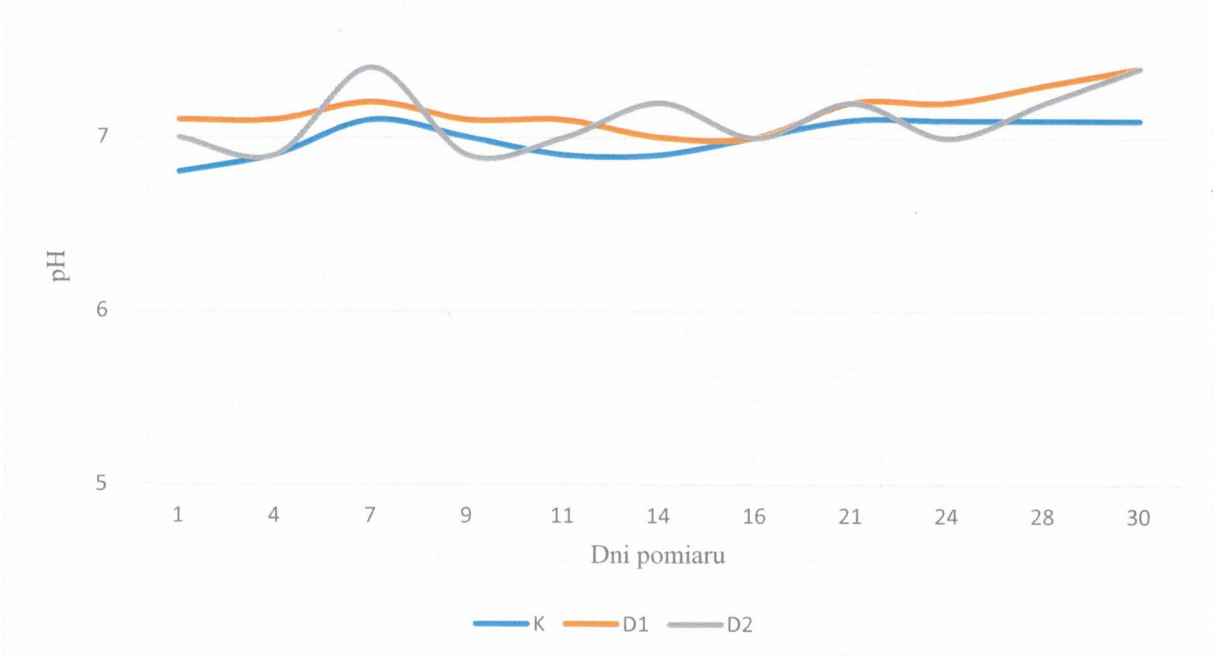
Właściwości fizyko-chemiczne ściółki w okresie trwania doświadczenia tj. temperaturę, wilgotność względną oraz pH przedstawiono na rycinach 10–12. Temperatura ściółki w boksach w początkowym okresie doświadczenia wynosiła od 21 do 22,7 °C. Potem odnotowano nieznaczny spadek, a na koniec doświadczenia wzrost temperatury do ok. 30 °C (ryc. 10). Najniższą wilgotność względną ściółki zanotowano w grupie kontrolnej K – 14,0%, natomiast najwyższą na koniec doświadczenia w grupie D2 i wynosiła ona 34,8% (ryc. 11). Wartości pH ściółki były najniższe w grupie kontrolnej K – od 6,8 do 7,1. W grupach doświadczalnych D1 i D2 pH było nieznacznie wyższe i wynosiło od 6,9 do 7,4 (ryc. 12).



Ryc. 10. Temperatura ściółki w boksach w grupach doświadczalnych [°C]

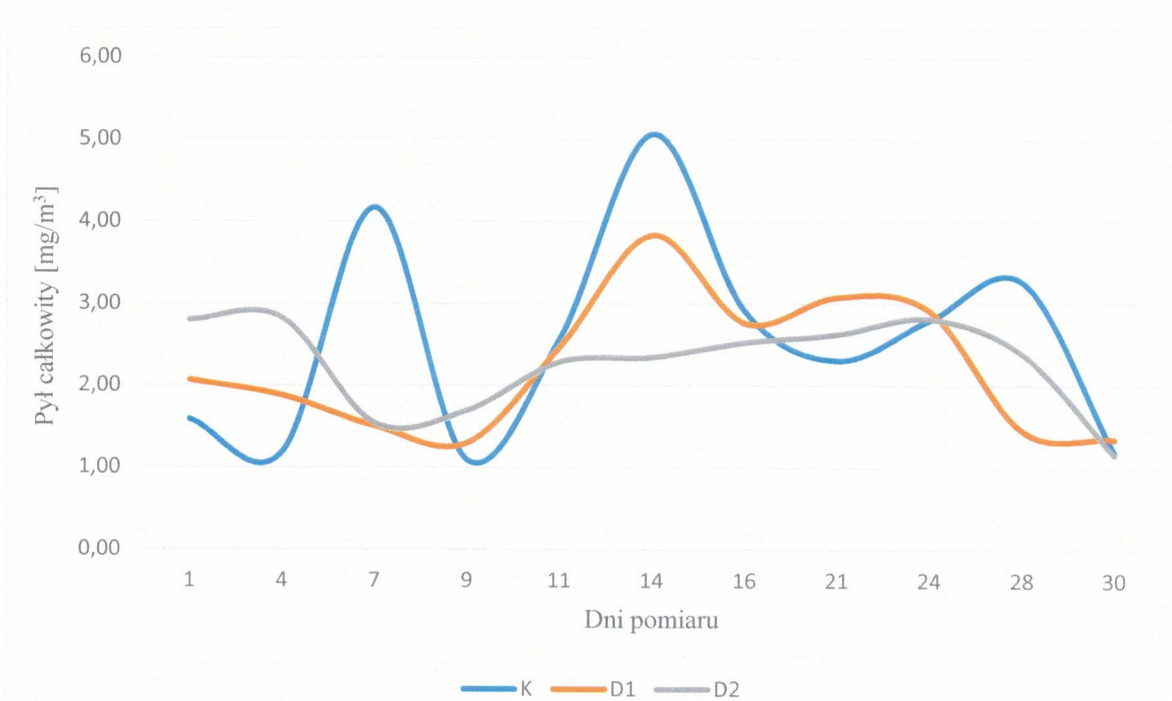


Ryc. 11. Wilgotność względna ściółki w boksach w grupach doświadczalnych [%]

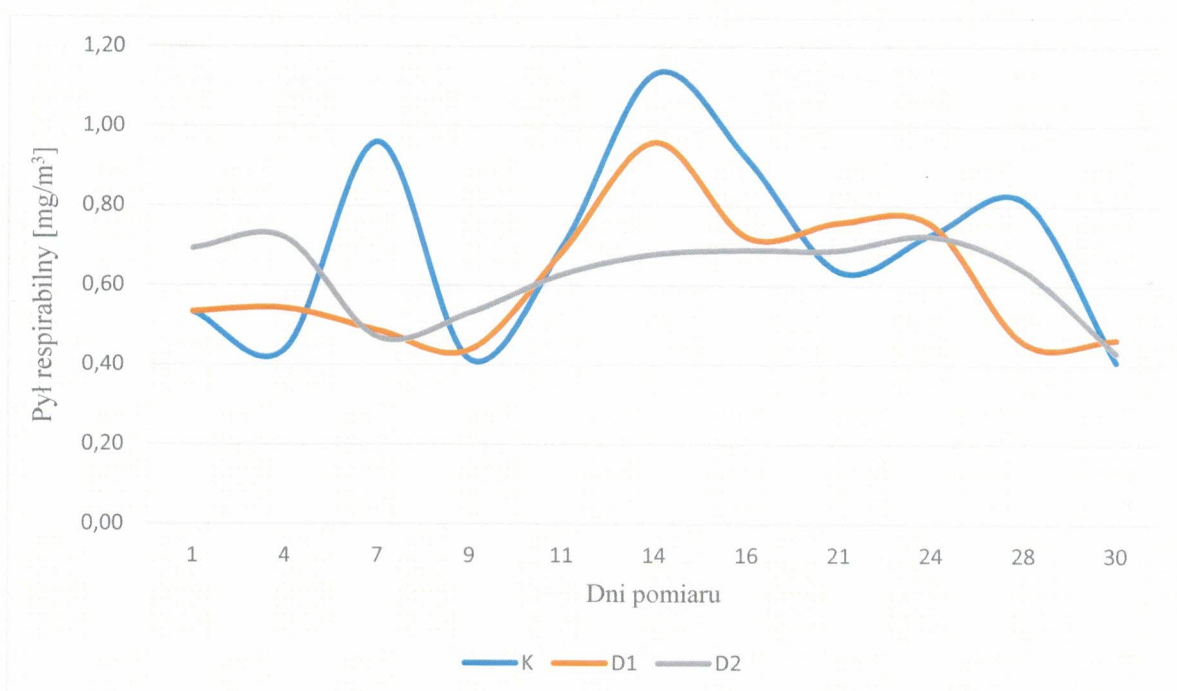


Ryc. 12. Wartości pH ściółki w boksach w grupach doświadczalnych.

Stężenie pyłu całkowitego i respirabilnego w powietrzu kurnika przedstawiono na rycinach 13–14. Całkowite stężenie pyłu w powietrzu boksów z ptakami mieściło się zakresie od 1,10 do 5,06 mg/m³ (ryc. 13). W grupach D1 i D2 jego średnie wartości były najmniejsze i wynosiły odpowiednio 2,24 i 2,27 mg/m³. Powietrze w boksach w grupie K charakteryzowało się największym stężeniem tej frakcji pyłu i wynosiło 2,56 mg/m³. Uzyskane wyniki dla pyłu całkowitego odpowiadają poziomom pyłu respirabilnego (ryc. 14). W grupach D1 i D2 jego stężenie wynosiło 0,62 i 0,63 mg/m³, natomiast w grupie K – 0,70 mg/m³.



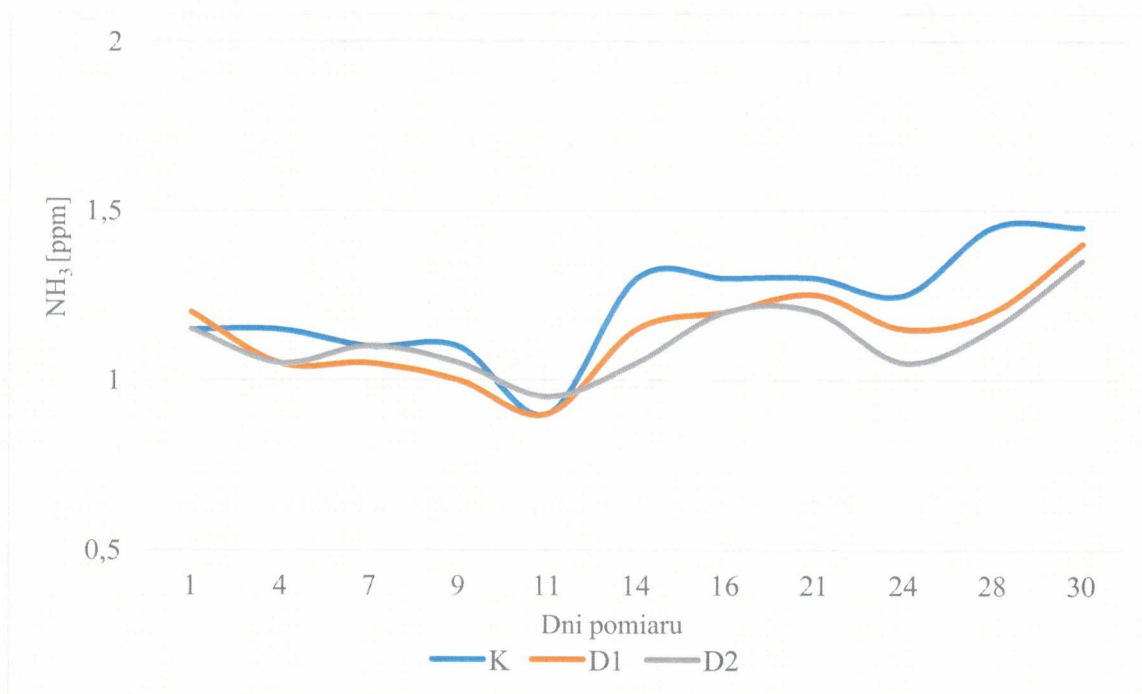
Ryc. 13. Pył całkowity w boksach w grupach doświadczalnych [mg/m³]



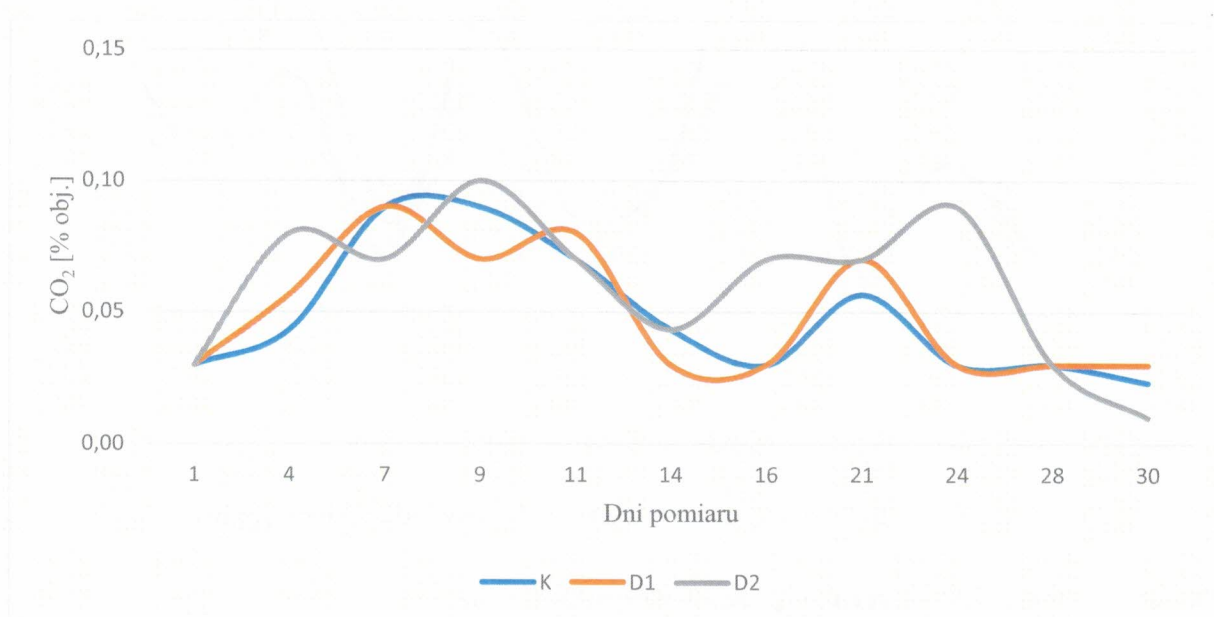
Ryc. 14. Pył respirabilny w boksach w grupach doświadczalnych [mg/m³]

Stężenie amoniaku (NH₃), ditlenku węgla (CO₂), siarkowodoru (H₂S) oraz lotnych związków organicznych (LZO) w powietrzu boksów w każdej grupie zwierząt przedstawiono na rycinach 15–18. Stężenie NH₃ w boksach z ptakami mieściło się w zakresie od 0,9 do 1,45 ppm. W grupach doświadczalnych D1 i D2 było niższe niż w grupie kontrolnej K. Stężenie CO₂ wahało się w granicach od 0,02 do 0,1% objętości powietrza. Stężenie H₂S we wszystkich grupach zwierząt w całym okresie doświadczenia było na zbliżonym poziomie, wynosiło od 0,09 do 0,22 ppm. W przypadku stężenia LZO w powietrzu boksów, zakres

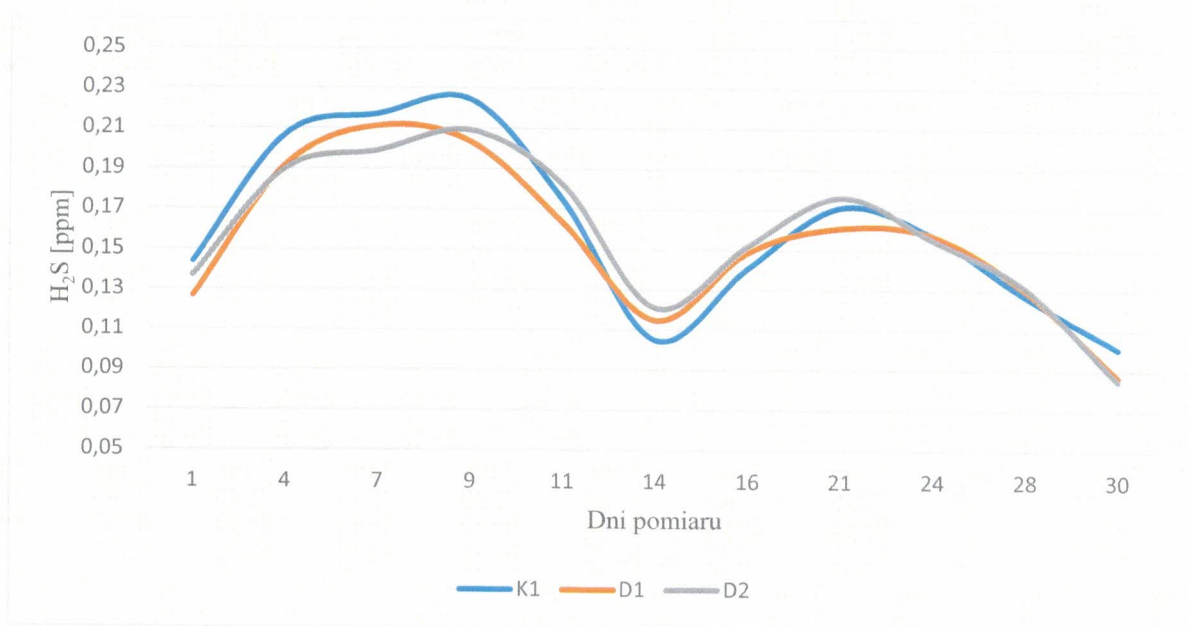
wynosił od 2,13 do 5,93 ppm, odnotowano nieco niższe stężenie tego parametru w obu grupach doświadczalnych w porównaniu z grupą kontrolną.



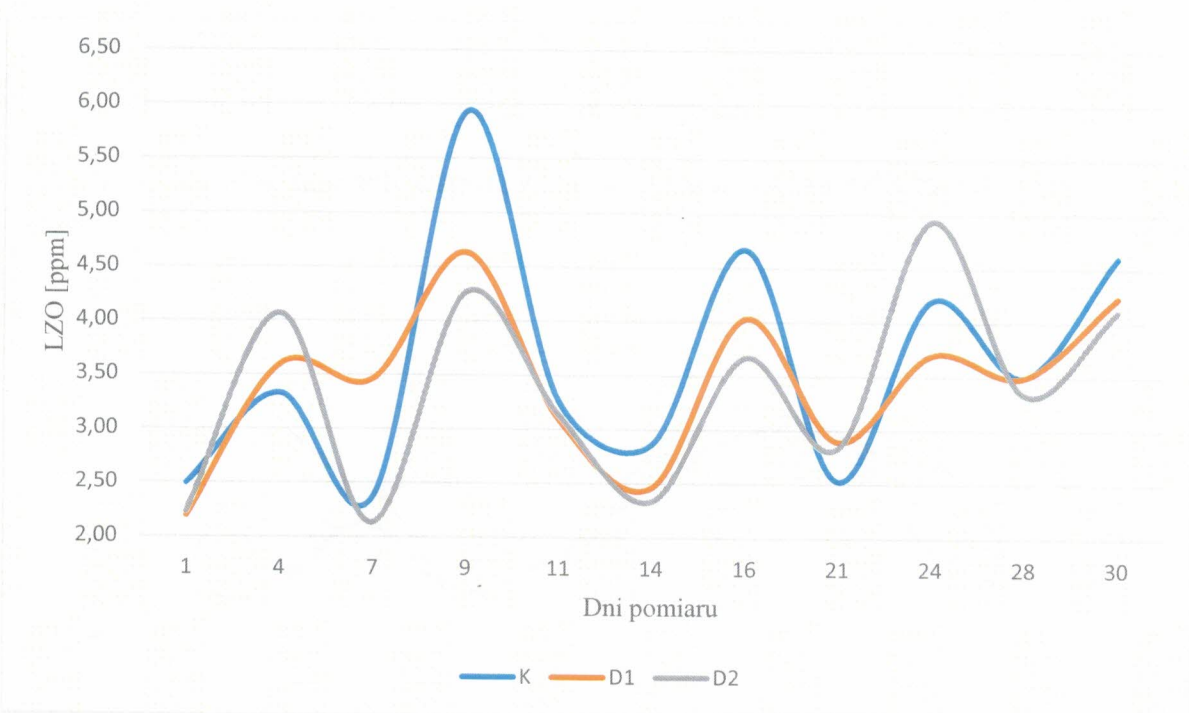
Ryc. 15. Średnie stężenie NH_3 w powietrzu boksów w grupach doświadczalnych [ppm]



Ryc. 16. Stężenie CO_2 w powietrzu boksów w grupach doświadczalnych [% obj.]



Ryc. 17. Stężenie H₂S w powietrzu boksów w grupach doświadczalnych [ppm]



Ryc. 18. Stężenie LZO w powietrzu boksów w grupach doświadczalnych [ppm]

Parametry mikroklimatyczne u ptaków wszystkich grup

Średnia koncentracja NH₃ zamykała się w przedziale 1,03 ppm (D1) do 1,22 ppm w grupie kontrolnej. Koncentracja CO₂ mieściła się w granicach 0,05% obj. (K) – 0,06 % obj. (D1 i D2) i była zgodna z Rozporządzeniem (Dz.U. 2010 nr 56 poz. 344). Koncentracja LZO we wszystkich grupach była na zbliżonym poziomie i wynosiła 3,62 ppm (K), D1 – 3,44 ppm i D2 – 3,37ppm. Koncentracja H₂S również była zbliżona we wszystkich grupach i wynosiła 0,15 ppm w D1 i 0,16 ppm w K i D2. Koncentracja pyłu, zarówno całkowitego, jak i respirabilnego była nieznacznie wyższa w grupie kontrolnej (tabela 12.). W przypadku temperatury oraz wilgotności największe wartości odnotowano w grupie D2 (22,5°C,

57,26%). Wielkość ochładzania wynosiła od 222,73 W/m² (D1) do 237,55 W/m² (D2). Zgodnie z wytycznymi Instytutu Zootechniki (Rokicki i Kolbuszewski, 1996) wielkość ochładzania katatermometrycznego dla kurcząt brojlerów wynosi 167–377 W/m². Oznacza to, że otrzymane wyniki są zgodne z wartościami dopuszczalnymi.

Tabela 12. Analiza statystyczna poszczególnych parametrów mikroklimatycznych powietrza oraz koncentracji gazów w trakcie trwania doświadczenia

Cecha	grupa					
	K		D1		D2	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
Amoniak (ppm)	1,22	0,040	1,03	0,090	1,07	0,040
Dwutlenek węgla (% obj.)	0,05	0,005	0,06	0,012	0,06	0,004
LZO (ppm)	3,62	0,130	3,44	0,100	3,37	0,060
Siarkowodór (ppm)	0,16	0,040	0,15	0,040	0,16	0,040
Pył całkowity (mg/m ³)	2,56	0,590	2,24	0,260	2,27	0,490
Pył respirabilny (mg/m ³)	0,70	0,100	0,62	0,040	0,63	0,080
Temperatura (°C)	22,22	0,070	22,26	0,090	22,5	0,020
Wilgotność względna (%)	56,68	0,260	57,18	0,120	57,26	0,270
Ochładzanie (W/m ²)	231,65	32,72	222,73	26,66	237,55	28,08

SD - odchylenie standardowe; a,b - wielkości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie przy $p \leq 0,05$

Parametry ściółki

Średni poziom temperatury ściółki był najwyższy w grupie kontrolnej i wynosił 22,74°C, natomiast najniższy uzyskano w grupie D1 – 22,54°C. Wartość wilgotności mieściła się w przedziale 22,52 % (K) do 23,73 % (D1). W przypadku pH wartości wahały się w granicach 7 (K) – 7,15 (D1) i grupy te różniły się istotnie statystycznie.

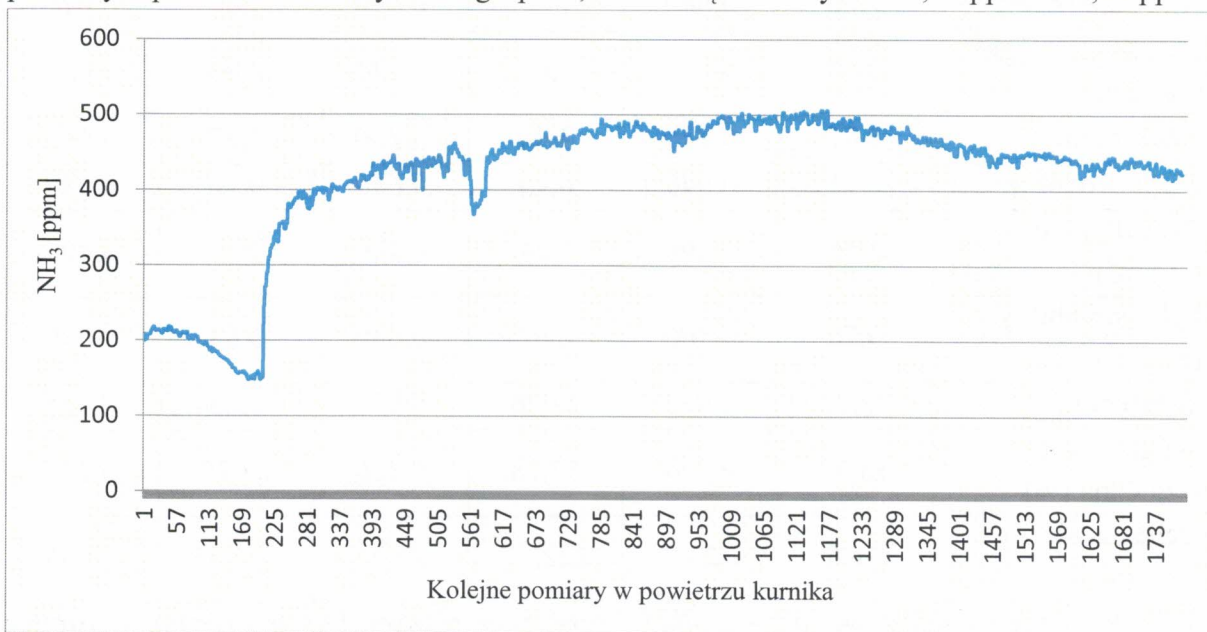
Tabela 13. Analiza statystyczna poszczególnych parametrów ściółki

Cecha	grupa					
	K		D1		D2	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
Temperatura ściółki (°C)	22,74	0,11	22,54	0,10	22,55	0,07
Wilgotność względna ściółki (%)	22,52	1,36	23,73	0,53	23,47	0,20
pH	7a	0,11	7,15b	0,12	7,11ab	0,18

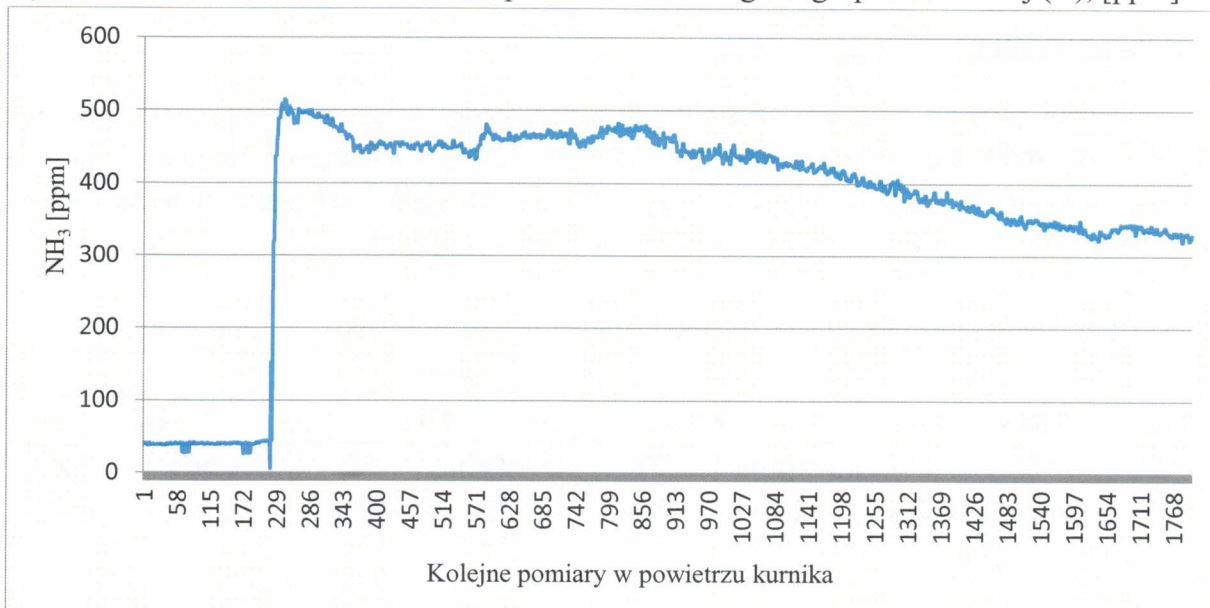
SD - odchylenie standardowe; a,b - wielkości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie przy $p \leq 0,05$

Wyniki badań modelowych

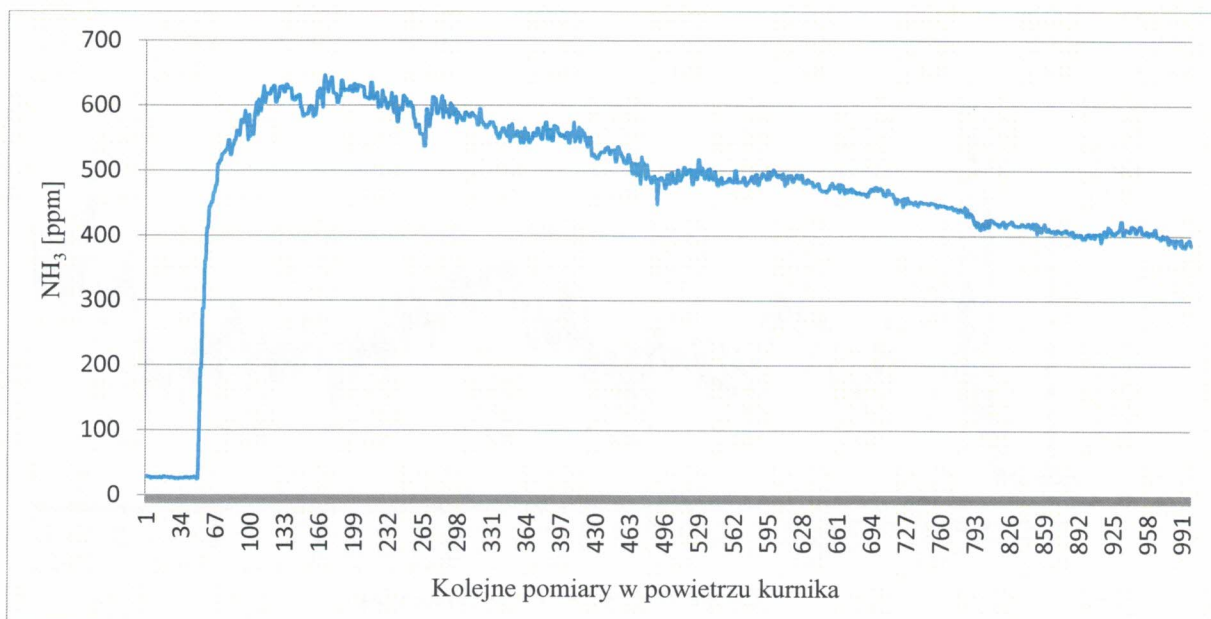
Wyniki modelowego uwalniania NH_3 , CH_4 i H_2S z pomiotu drobiowego wszystkich grup doświadczalnych przedstawiono na rycinach 19–27. Stężenie NH_3 uwalniającego się z pomiotu mieściło się w granicach od 5,19 do 644,9 ppm. W grupie kontrolnej (K) przy początkowym spadku stężenia zanotowano w późniejszym okresie utrzymywanie się stężenia NH_3 na podobnym poziomie (ryc. 19). W grupach doświadczalnych D1 i D2 przy początkowym wzroście stężenia tego gazu zaobserwowano tendencję spadkową w późniejszych pomiarach (ryc. 20–21). Stężenie CH_4 wahało się w granicach od 1,06 ppm do 39,53 ppm i przyjmowało podobną tendencję we wszystkich grupach objętych doświadczeniem. Podobnie jak w przypadku CH_4 , stężenie H_2S utrzymywało się na podobnym poziomie we wszystkich grupach, zakres stężenia wynosił 1,13 ppm do 1,44 ppm.



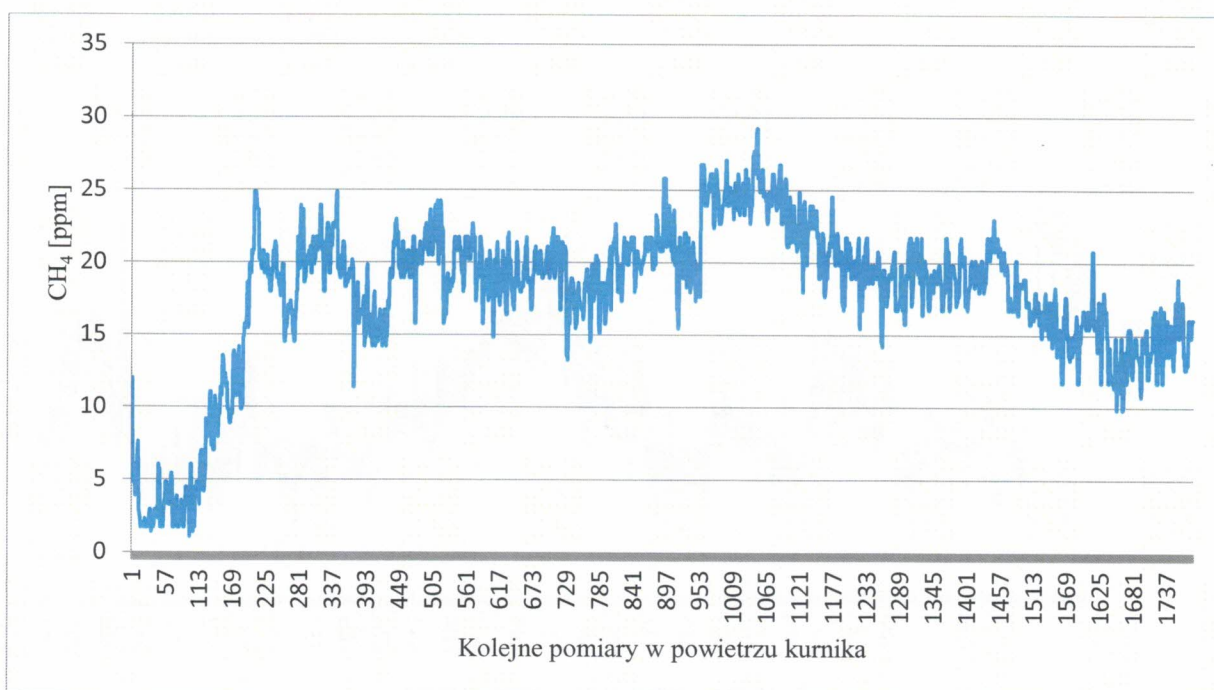
Ryc. 19. Modelowe uwalnianie NH_3 z pomiotu drobiowego w grupie kontrolnej (K), [ppm]



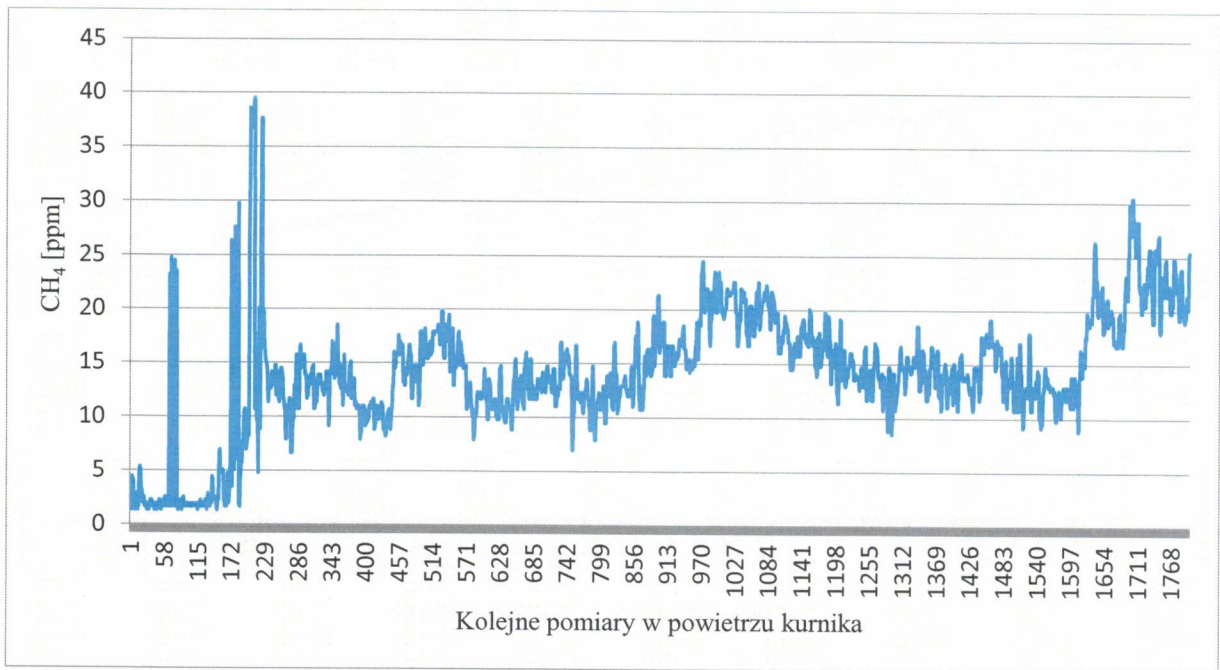
Ryc. 20. Modelowe uwalnianie NH_3 z pomiotu drobiowego w grupie doświadczalnej D1 [ppm]



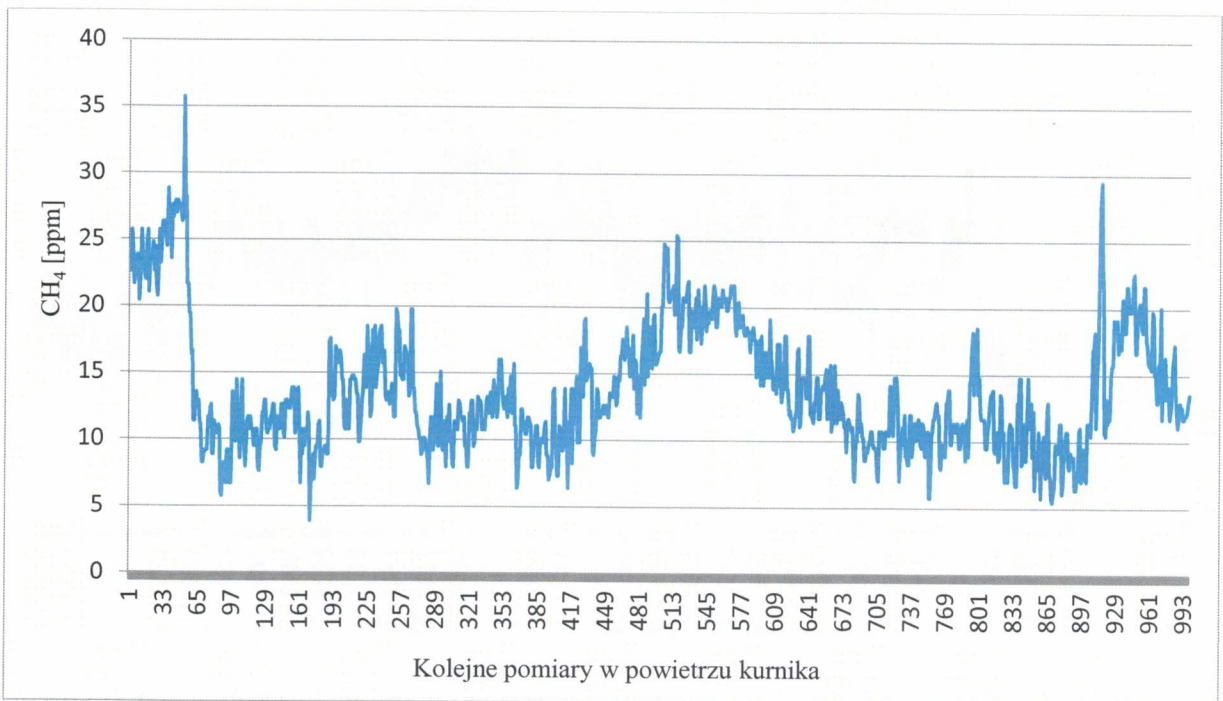
Ryc. 21. Modelowe uwalnianie NH₃ z pomiotu drobiowego w grupie doświadczalnej D2 [ppm]



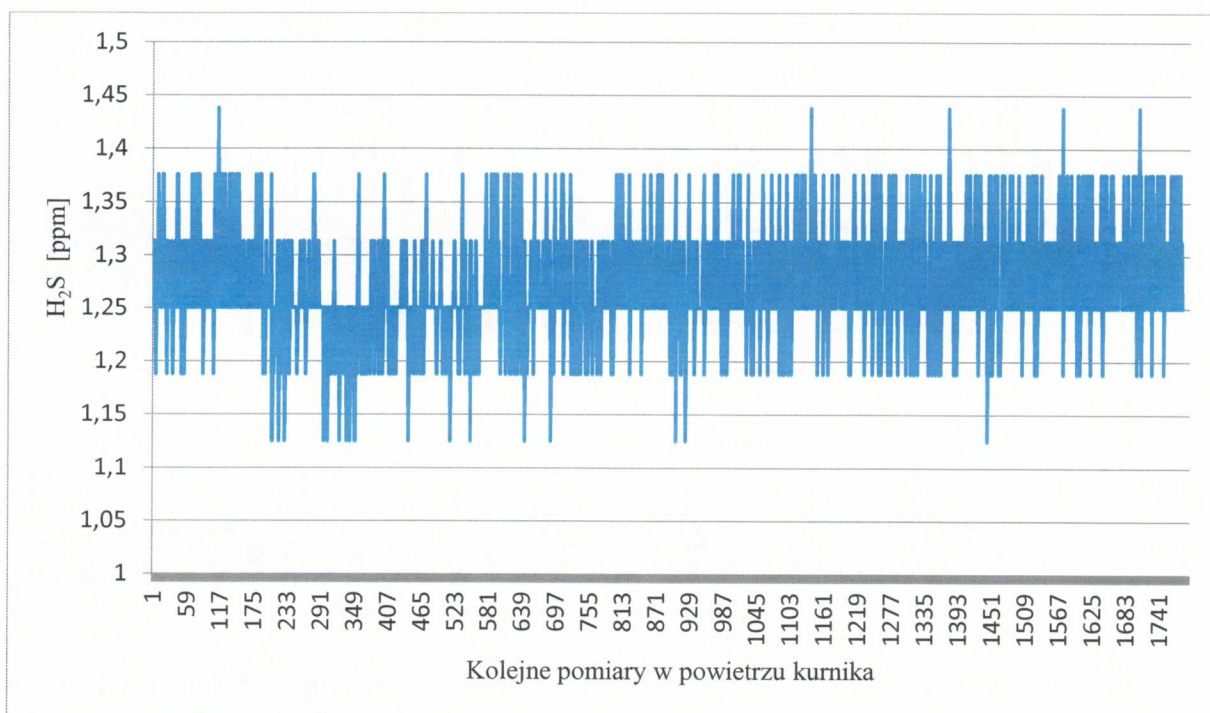
Ryc. 22. Modelowe uwalnianie CH₄ z pomiotu drobiowego w grupie kontrolnej (K), [ppm]



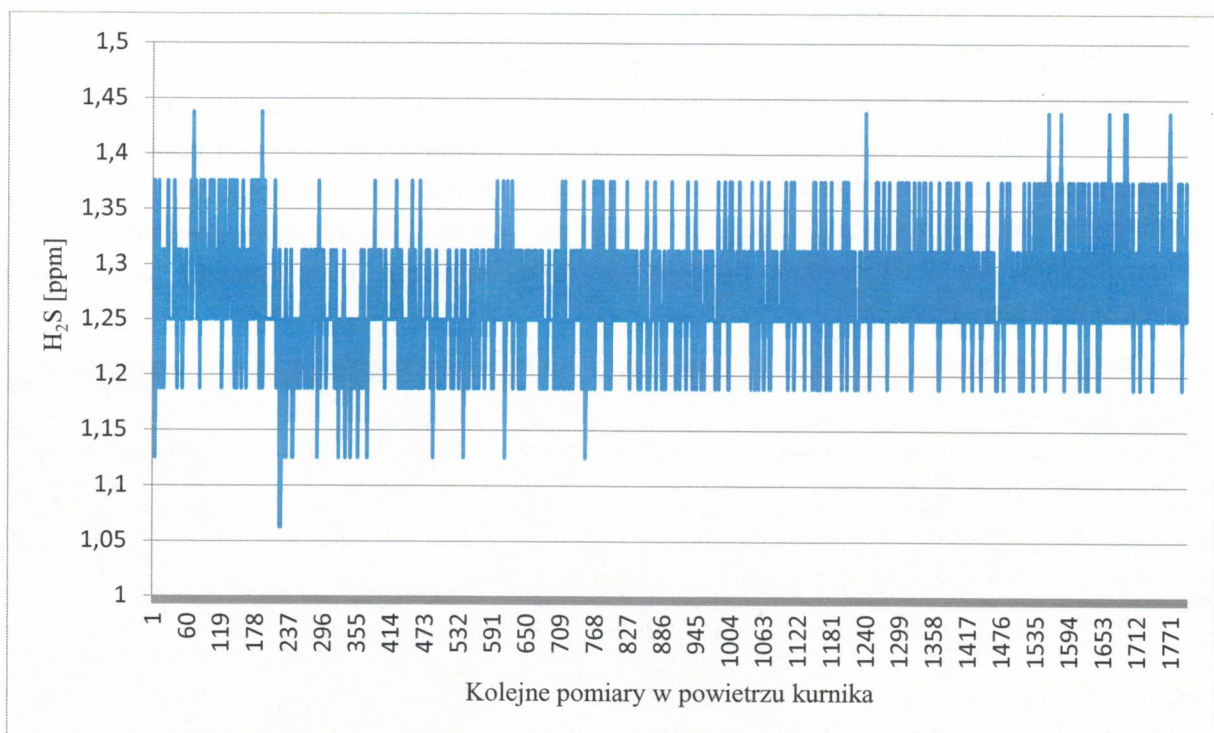
Ryc. 23. Modelowe uwalnianie CH_4 z pomiotu drobiowego w grupie doświadczalnej D1 [ppm]



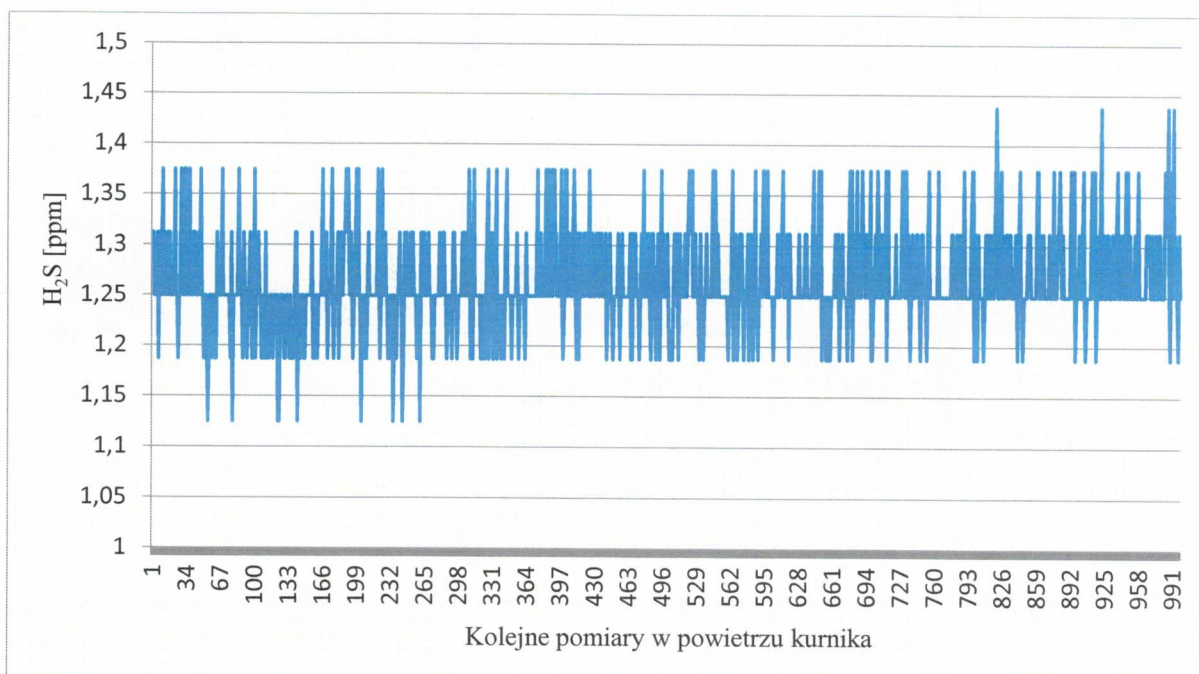
Ryc. 24. Modelowe uwalnianie CH_4 z pomiotu drobiowego w grupie doświadczalnej D2 [ppm]



Ryc. 25. Modelowe uwalnianie H₂S z pomiotu drobiowego w grupie kontrolnej (K) [ppm]



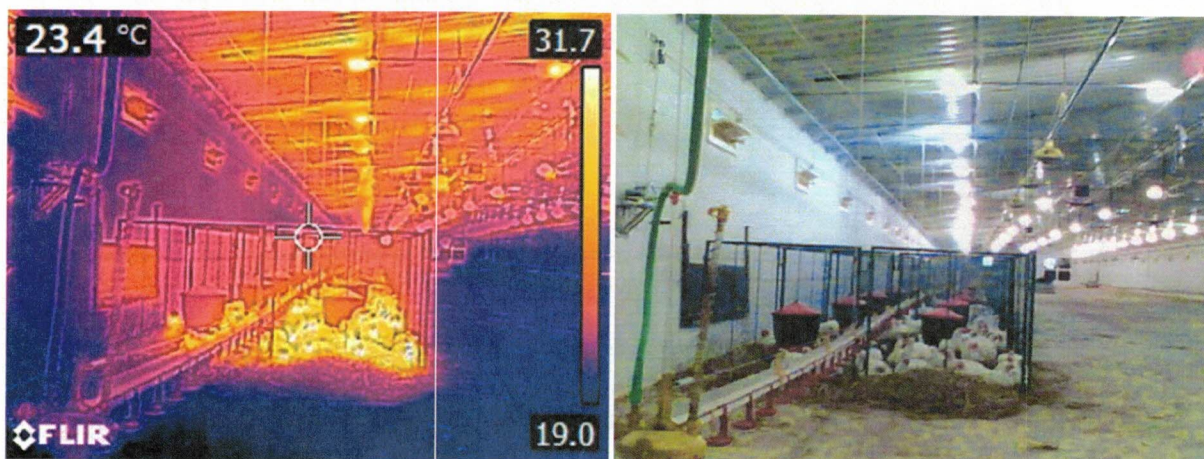
Ryc. 26. Modelowe uwalnianie H₂S z pomiotu drobiowego w grupie doświadczalnej D1 [ppm]



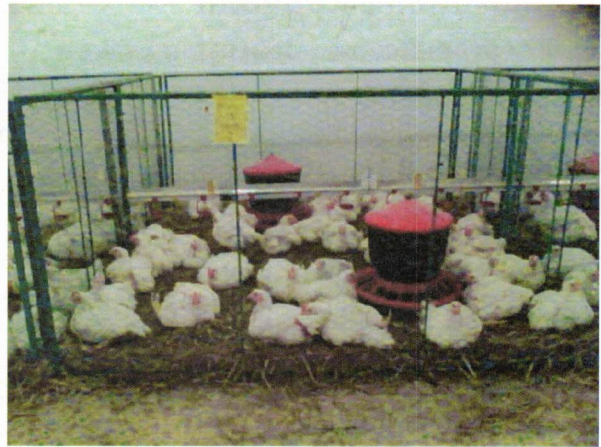
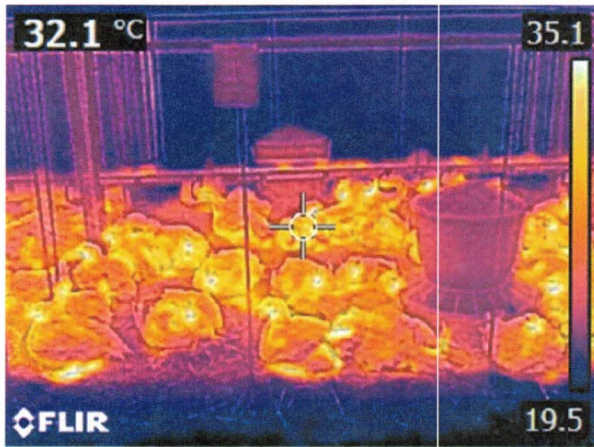
Ryc. 27. Modelowe uwalnianie H₂S z pomiotu drobiowego w grupie doświadczalnej D2 [ppm]

Obrazowanie z wykorzystaniem termowizji

Obrazowanie z wykorzystaniem termowizji pozwoliło na stwierdzenie prawidłowej wymiany ciepła przez ptaki. Należy zwrócić uwagę na fakt, że obszarami o najwyższej temperaturze są okolice przydatków głowowych oraz nieopierzonych części podbrzusza. W zakresie różnic w temperaturze ściółki dobrze widoczne są cieplejsze miejsca, w których w chwilę przed dokonaniem pomiarów przebywały ptaki oddając ciepło. Zastosowanie sorbentu nie przyczyniło się jednocześnie do występowania zaburzeń w rozkładzie temperatury wewnątrz warstwy ściółki.



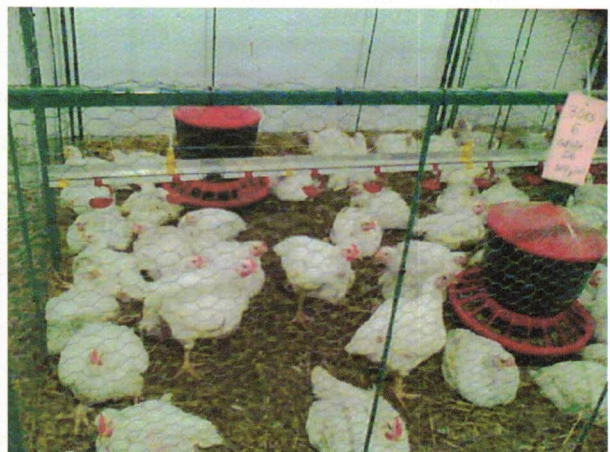
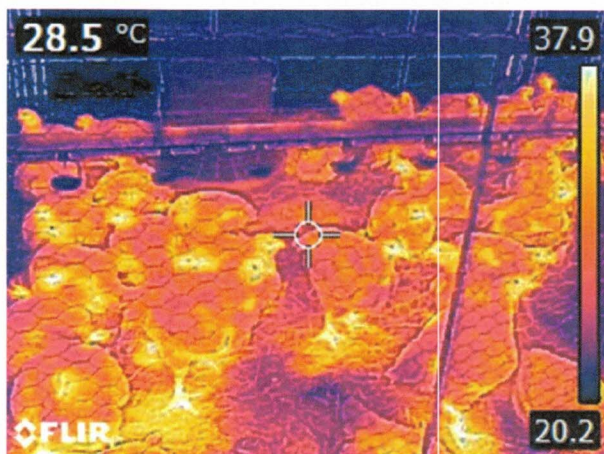
Fot. 1 Obraz z kamery termowizyjnej (po lewej) i standardowo (po prawej)- ogólny wygląd kurnika doświadczalnego



Fot. 2 Obraz z kamery termowizyjnej (po lewej) i standardowo (po prawej)- Grupa K



Fot. 2 Obraz z kamery termowizyjnej (po lewej) i standardowo (po prawej)- Grupa D1



Fot. 2 Obraz z kamery termowizyjnej (po lewej) i standardowo (po prawej)- Grupa D2

Podsumowanie i wnioski

Efekty produkcyjne i dobrostan ptaków

1. Wykorzystanie badanego sorbentu wykazało pozytywny wpływ na masę ciała ptaków do 35 dnia chowu, gdzie najwyższą masą ciała charakteryzowały się ptaki z grupy w której zastosowano sorbent w dawce 200 g/m² (D2)- 6% w porównaniu do grupy kontrolnej
2. W przypadku współczynnika wykorzystania paszy (FCR) stwierdzono, że w cyklu 35 dniowym najlepszym wskaźnikiem charakteryzowały się ptaki z grupy D2 przy najgorszych wartościach dla grupy kontrolnej (K)- poprawa FCR o 4,2% w porównaniu z grupą kontrolną
3. W przypadku standardowej długości chowu (42 dni) najlepszy współczynnik konwersji paszy stwierdzono dla ptaków utrzymywanych na ściółce z dodatkiem 150g/m² (D1) badanego sorbentu- poprawa FCR o 3,7% w porównaniu do grupy kontrolnej
4. W kontekście jakości mięsa wykazano brak negatywnego wpływu badanego sorbentu na cechy jakościowe mięsa oraz prawidłowość przebiegu procesu glikolizy poubojowej- nie stwierdzono wad mięsa, a wartości pH mięśni mieściły się w normach technologicznych
5. Stwierdzono jednocześnie, że wraz ze wzrostem dawki sorbentu malała kruchość badanego mięsa niezależnie od badanego mięśnia.
6. W kontekście dobrostanu, stwierdzono przesunięcie skali oceny intensywności zapalenia podszwy stopy w kierunku wartości niższych, przy czym najlepsze efekty osiągnięto dla dawki 150 g/m² (D1)- obniżenie intensywności występowania FPD w grupie D1 w stosunku do grupy kontrolnej – udział ocen 3 i 4 w grupie kontrolnej 68,8% vs 43,8% w grupie D1
7. Nie stwierdzono występowania innych schorzeń nóg czy technopatii.
8. Nie stwierdzono wpływu badanego preparatu na biochemiczne wskaźniki dobrostanu
9. Nie stwierdzono wpływu badanego sorbentu na procent śmiertelności ptaków w cyklu produkcyjnym.

W ujęciu generalnym badany sorbent pozwolił na ograniczenie rozwoju FPD, przyczynił się do poprawy współczynnika konwersji paszy oraz nie wpłynął negatywnie na jakość pozyskanych surowców. Dla pełnego obrazu konieczne jest jednak poszerzenie przyszłych prac badawczych o takie elementy jak wpływ sorbentu w zależności od częstotliwości jego stosowania i dościelania, czy interakcja sorbentu z innymi, niż słomiana, rodzajami ściółki.

Warunki mikroklimatyczne

1. Wykorzystanie naturalnego sorbentu w warunkach rzeczywistych jako dodatku do ściółki w grupach doświadczalnych D1 i D2, odpowiednio w dawce 150 i 200 g/m² nie wpłynęło istotnie na zmiany parametrów mikroklimatycznych w boksów z ptakami, zarówno w pomiarze ciągłym, jak i chwilowym.
2. W przypadku właściwości fizyko-chemicznych ściółki nie odnotowano istotności w zmianach temperatury, natomiast wartość pH różniła się istotnie między grupą

kontrolną a doświadczalną D1- różnica 7 vs 7,15 może mieć istotne znaczenie dla zastosowania powstającego pomiotu

3. Stężenie pyłu całkowitego i respirabilnego w powietrzu boksów z ptakami było na bardzo zbliżonym poziomie we wszystkich grupach doświadczalnych. Jednocześnie stwierdzono spadek pyłu całkowitego o 14%, zaś frakcji respirabilnej o 12,9% w odniesieniu do grupy kontrolnej.
4. Stężenie NH_3 i LZO w powietrzu klatek w grupach D1 i D2 z dodatkiem sorbentu w ściółce było niższe niż w grupie kontrolnej- dla NH_3 redukcja o 18% w grupie D1 w odniesieniu do grupy kontrolnej; w przypadku lotnych związków redukcja o ponad 5%
5. Zaobserwowano, że przy zastosowaniu sorbentu przy każdorazowym ścieleniu wpływało na ograniczenie wilgotności ściółki oraz emisji amoniaku bezpośrednio po suplementacji.
6. Analiza modelowego uwalniania NH_3 z pomiotu drobiowego wykazała większą redukcję tego gazu w obu grupach doświadczalnych w porównaniu z grupą kontrolną w kolejnych cyklach pomiarowych (spadek emisji dla grupy D1 wyższy o 28% w odniesieniu do grupy kontrolnej) . Stężenie CH_4 i H_2S we wszystkich grupach objętych doświadczeniem wykazywało zbliżone tendencje.

Wnioski ogólne i rekomendacje

1. Badany sorbent wpływał na zmiany warunków mikroklimatycznych, przy czym najwyższe zmiany odnotowywane były tuż po dościeleniu ściółką z dodatkiem sorbentu co sugeruje konieczność stosowania substancji przy każdym dościeleniu dla maksymalizacji efektu.
2. Biorąc pod uwagę zmienność wilgotności ściółki oraz odsetek ptaków dotkniętych zapaleniem podeszwy stopy (FPD) należy przypuszczać, że badany sorbent wchłaniał wilgoć ze ściółki i utrzymywał ją w jej głębszych warstwach
3. Ograniczenie zanieczyszczeń powietrza (amoniak, LZO, pyły) może mieć pozytywne skutki na dobrostan i zdrowotność stad produkcyjnych, choć wymaga to dodatkowych badań
4. Biorąc pod uwagę wszystkie korzyści należy założyć, że optymalną dawką będzie dawka 150 g/m^2 stosowana przy każdorazowym dościeleniu

Biorąc pod uwagę ograniczenie emisji amoniaku, podniesienie wartości pH materiału ściółkowego oraz naturalne pochodzenie sorbentu należy rozważyć poszerzenie dalszych prac badawczych o wartość nawozową powstałego obornika jako wartościowego nawozu naturalnego.

Piśmiennictwo

1. Clydesdale, F. M.: Instrumental techniques for color measurement of foods, Food Tech. 10, 52-59, 1976.
2. Commission Internationale de l'Eclairage : Recommendations on uniform colour spaces, colour difference equations, psychometric color terms. Supplement no. 2. Bureau Central de la CIE: Paris, 1978.
3. Grau, R. and Hamm, R.: Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. Naturwissenschaften 40, 29-30, 1953.
4. Hahn, G., Spindler, M.: Method of dissection of turkey carcasses, Worlds Poultr. Sci., 58, 179-197, doi: 10.1079/WPS20020017, 2002.
5. Hocking, P. M., Mayne, R. K., Else, R. W., French, N. A., Gatcliffe, J. Standard European footpad dermatitis scoring system for use in turkey processing plants. World's Poultry Science Journal, 64(3), 323-328, 2008
6. IBM Corp.: SPSS Statistics for Windows. Version 24.0. IBM Corp.: Armonk, NY, 2016.
7. Rokicki E., Kolbuszewski T.: Higiena Zwierząt. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, ISBN 83-86980-14-1, 44, 1996.

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1 Pisklęta w boksach doświadczalnych



Fot. 2. Badanie stężenia gazów oraz parametrów ściółki



Fot. 3. Pomiar ochładzania bioaklimatycznego z wykorzystaniem katatermometru Hilla

UNIwersytet PRZYRODniczy w LUBLINIE
Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki
Instytut Biologicznych Podstaw
Produkcji Zwierzęcej
20-950 Lublin, ul. Akademicka 13
tel. 81 445 67 77, 81 445 66 28

Kamil Drabik
dr inż. Kamil Drabik

REKTOR
[Signature]
prof. dr hab. Krzysztof Kotwalczyk